EPSAT-NIGER
SUIVI A LONG TERME

CAMPAGNE 1994

Jean Denis TAUPIN, Eric BONEF, Joseph ROBIN

Juin 1995

ORSTOM **DMN**

EPSAT-NIGER
SUIVI A LONG TERME

CAMPAGNE 1994

Jean Denis TAUPIN, Eric BONEF, Joseph ROBIN

Juin 1995

ORSTOM DMN

AVANT-PROPOS

L'expérience EPSAT-Niger (cf rapport EPSAT NIGER, 1990, 1991, 1992, 1993) en tant que telle s'est terminée à la fin de la saison des pluies 1993. En 1994, le dispositif pluviographique a été allégé. En ce qui concerne le suivi des convections par le radar numérisé de Niamey, la panne enregistrée à la fin de la campagne 1993 n'ayant pu être réparée, aucune image n'a pu être enregistrée cette saison.

Le maintien du réseau pluviographique avait donc comme objectifs :
- d'assurer une couverture pluviométrique suffisante pour les équipes ORSTOM travaillant encore sur le site central de Banizoumbou, dans le cadre de l'expérience HAPEX-Sahel (Goutorbe et al., 1994),
- de commencer un suivi pluviométrique à long terme du degré carré, dans le cadre du choix du futur site de validation en zone sahélienne du satellite micro-ondes TRMM (Tropical rainfall Measurement Mission, Simpson et al., 1988) qui sera lancé en 1997,
- d'acquérir des données complémentaires concernant la variabilité spatiale de petite échelle.

Comme les années précédentes, un annuaire des pluies journalières enregistrées sur les 75 stations peut être disponible auprès du centre ORSTOM de Niamey.

SOMMAIRE

1

CARACTERISTIQUES DE LA SAISON DES PLUIES 1994 SUR LA REGION DE NIAMEY

En 1994, la saison des pluies sur la région de Niamey a été marquée par un début un peu tardif par rapport aux années antérieures, mais par contre la saison des pluies s'est prolongée jusqu'à fin octobre. Ce que l'on note surtout c'est l'important excédent pluviométrique relevé sur l'ensemble de la zone en août et septembre. Du point de vue climatologique, le FIT est monté très au Nord (nord de Tamanrasset), ce qui a conduit sur la zone de Niamey, en août et septembre, à observer beaucoup plus de pluies de type mousson (forte précipitation, intensité moyenne mais continue) que de pluie de type convectif.

1.1 Distribution spatiale des cumuls saisonniers

Après une année relativement déficitaire en 1993, la saison 1994 (période de référence choisie 15 avril-15 octobre), avec une moyenne estimée par krigeage de 663 mm avec un ecart-type de krigeage de 90 mm, apparaît comme une année très excédentaire sur le degré carré. Cette moyenne est nettement supérieure à la moyenne de la période sèche 1968-1994, environ 200 mm et supérieure de 100 mm à la moyenne pluviométrique de la période 1950-1994 (station de référence Niamey-Aéroport). Comme les années précédentes, la variabilité spatiale est importante et cela à toutes les échelles. On peut observer un net gradient climatologique entre le nord et le sud avec 2 poches de moindre pluviométrie dans la région de Banizoumbou (**figure 1**). Les valeurs extrêmes ont été enregistrées à la station de Gorou Goussa (n°80) et de Torodi (n° 86) respectivement égales à 492 et 856 mm sur une distance nord-sud de 90 km (**tableau 1**). On peut donc constater que le gradient climatologique observé à l'échelle de l'Afrique de l'ouest, soit 1 mm par km, est 4 fois inférieur à celui trouvé sur le degré carré. A l'échelle du site central (valeur moyenne krigée égale à 607 mm), les valeurs minimale et maximale ont été enregistrées à la station de Darey (n°18) et de Mali Djibo (n° 269) respectivement égales à 512 et 708 mm, soit un écart de 196 km sur une distance de 14 km (14 mm/km) (**figure 2a**). Même sur le site de Kobong, site du km^2 (**figure 2b**) il apparaît à l'échelle annuelle des variations non négligeables, puisque sur une distance inférieure à 400 m, on a enregistré une différence de 92 mm (n° 301 et 314) soit 18,5% supérieure à la valeur la plus faible.

1.2 Distribution temporelle

La première pluie enregistrée sur le degré carré a eu lieu le 20 avril (**figure 3**) mais la première pluie spatialement importante (au-moins 30% de stations touchées) a eu lieu le 10 mai (60% de stations touchées), ce qui est déjà relativement tard comparativement aux années précédentes (**tableau 2**). Par contre au mois d'octobre où l'on ne devrait plus avoir que de rares événements locaux, on note encore 7 événements pluvieux étendus spatialement, représentant une moyenne de 20 mm sur le degré carré. En 1994, le nombre d'événements majeurs a aussi été le plus élevé que l'on a enregistré depuis 1989. La répartition des précipitation sur l'ensemble de la saison a été normale sans période de sécheresse intra saisonnière marquée. Il est vrai cependant que dans le nord ouest du degré carré la saison a démarré beaucoup plus tardivement que pour le reste de la zone (Gorou Goussa- début des pluies fin juin- début juillet). En ne tenant compte que des événements majeurs (81% du total saisonnier - 538 mm), le cumul enregistré sur les mois de juillet, août et septembre représente 82% du total, respectivement 22% (9 événements), 42% (20 événements) et 17% (8 événements) du cumul total. Par comparaison au poste de Niamey (période 1950-1989) juillet, août et septembre représentent 26%, 32% et 15% du cumul

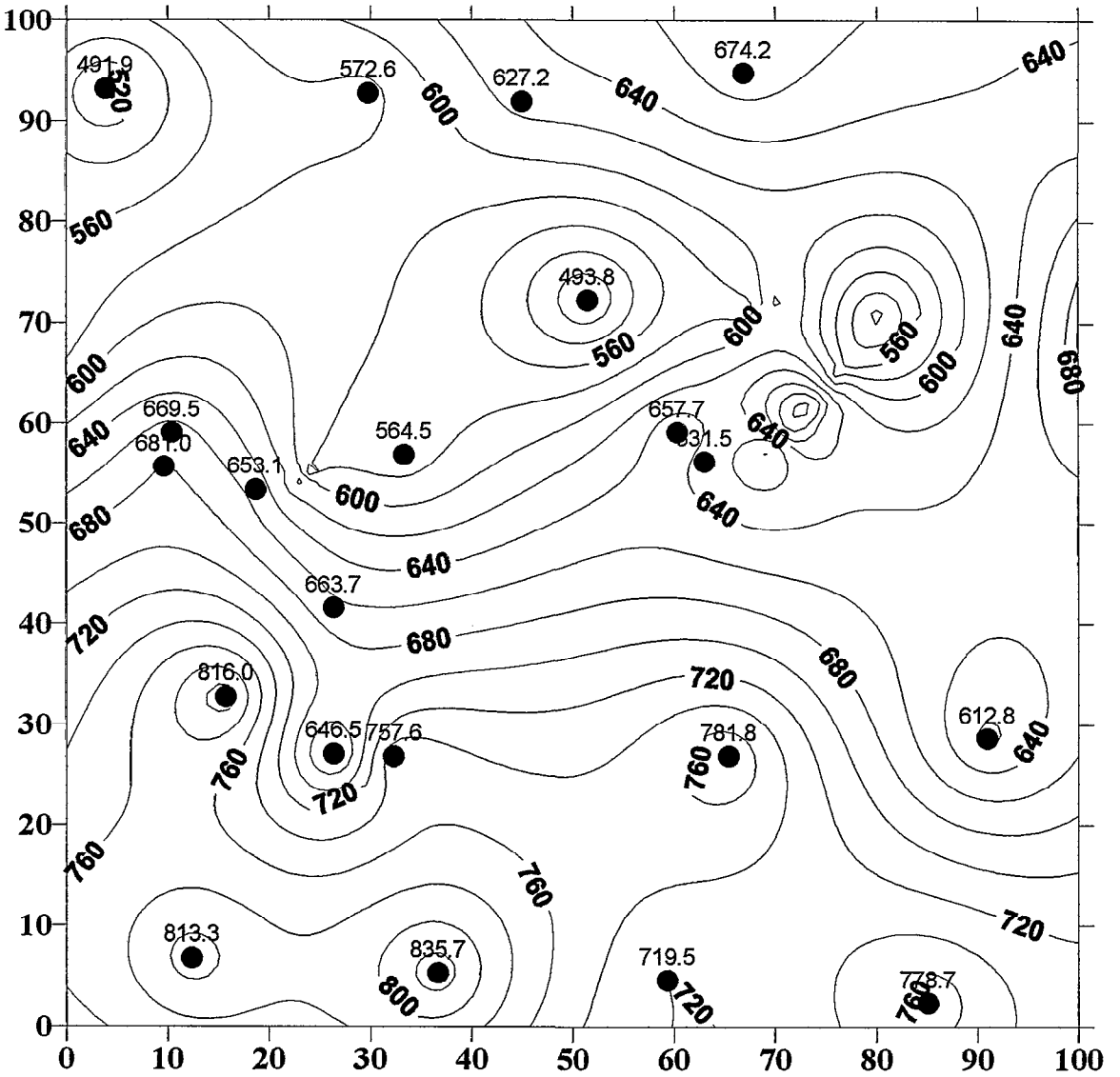
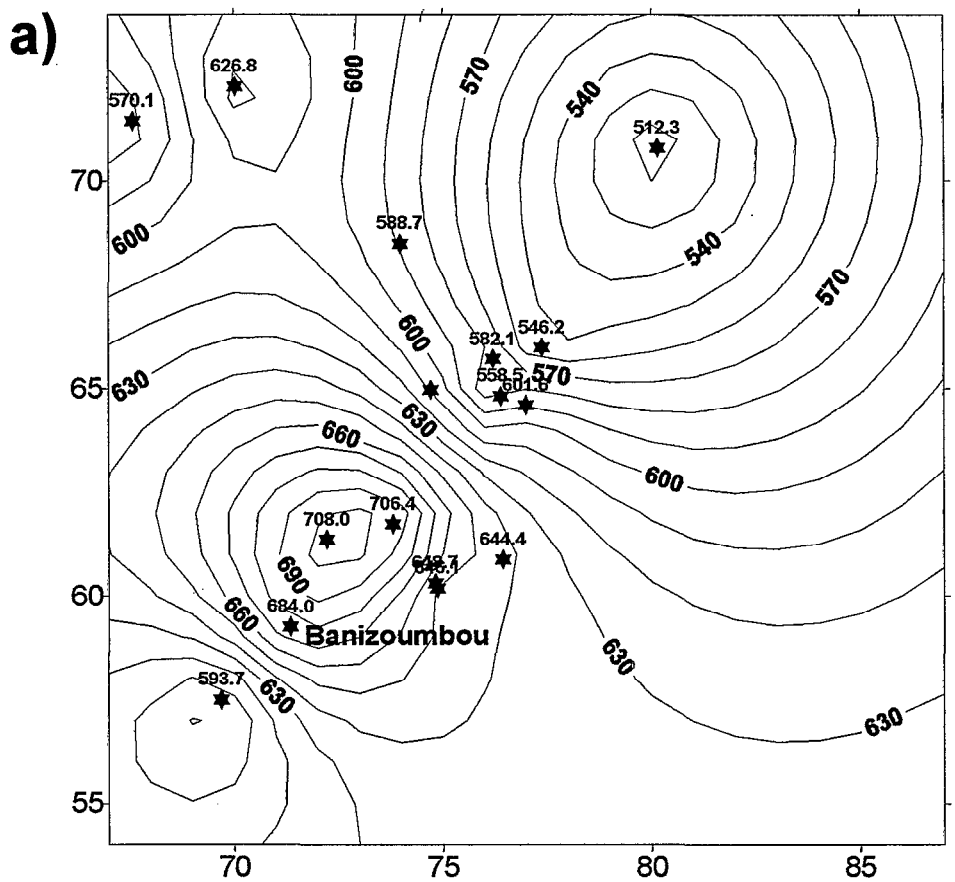


Figure 1: Isohyètes (mm) de la saison des pluies 1994 (15 avril - 15 octobre) sur le degré carré de Niamey. 46 stations (cumuls seau). Coordonnées en km ; origine 2°E, 13°N.



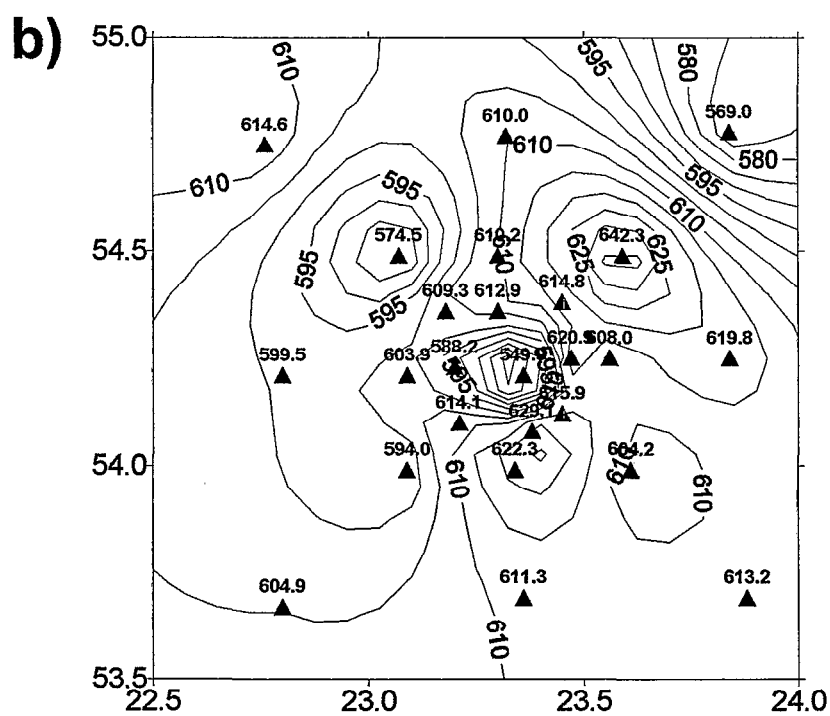


Figure 2: Zoom de la saison des pluies 1994 : a) site central ; b) site de Kobong.

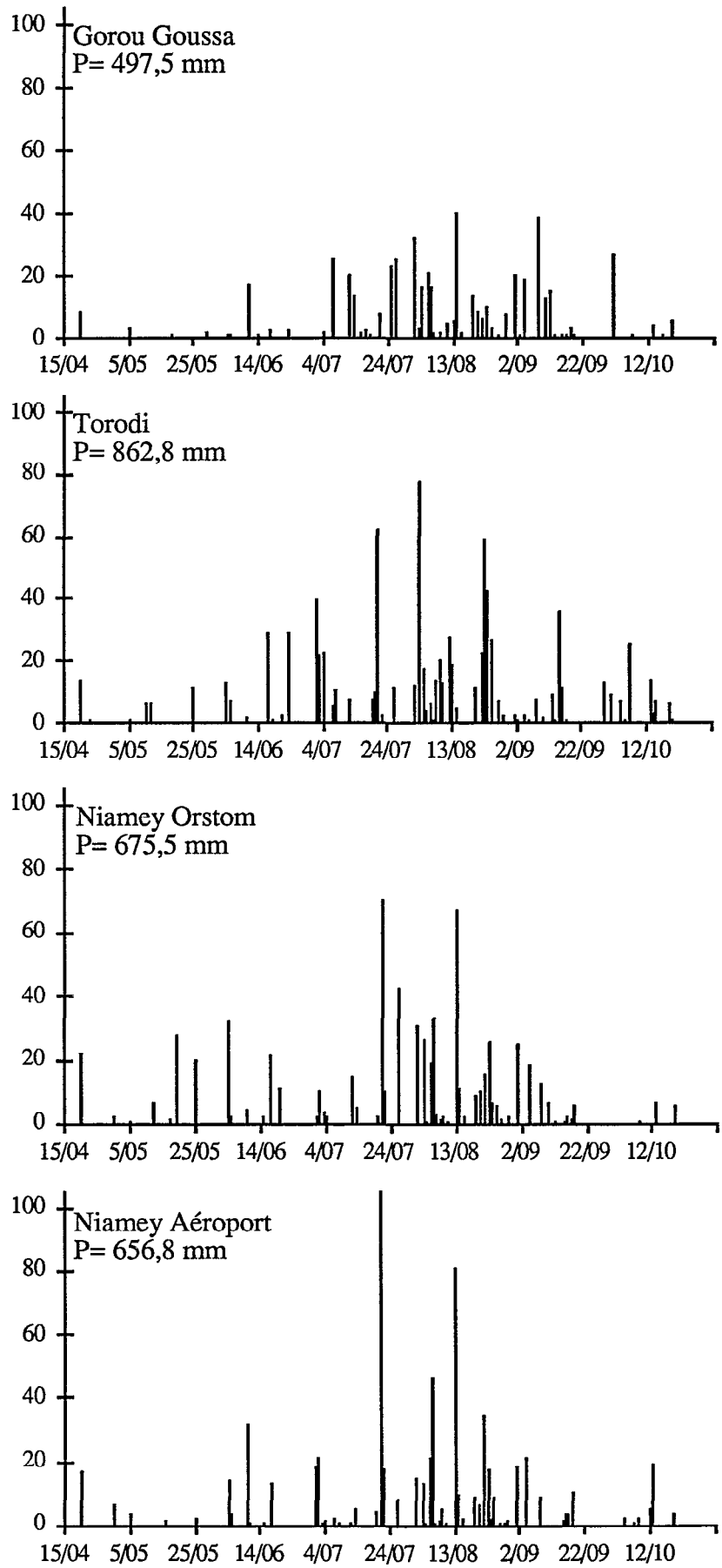


Figure 3: Chronologie des pluies journalières (mm) enregistrées à 4 stations.

Tableau 1: Cumuls mesurés sur la période de fonctionnement et sur la période 15 avril - 15 octobre.

Station	n°Epsat	date installation	date démontage	cumul seau+auget	cumul seau période totale	cumul seau 15/04-15/10
Alkama	43	23/03	21/10	622,7	622,7	621,3
Banizoumbou	11	permanent	permanent	678,5	689,1	684,0
Banizoumbou sol	911	permanent	permanent	676,8	673,9	669,3
Bazanga Bangou	5	01/04	20/10	632,0	635,0	631,5
Beri Koira	21	21/03	20/10	498,9	498,9	493,8
Berkiawel	28	23/03	21/10	566,5	566,4	564,4
Bololadie	84	25/03	26/10	720,9	720,4	715,3
Boubon Golf	85	28/03	19/10	529,5	529,2	521,2
Brousse Tigree	401	07/04	12/10	644,2	644,4	644,4*
Chef de Village	268	10/05	20/10	593,6	593,7	595,7*
Darey	18	22/04	21/10	527,3	526,8	512,3
Debere Gati	25	25/03	26/10	814,0	813,8	813,3
Debere Gati sol	925	25/03	26/10	lacune	lacune	
Fandou Beri	9	permanent	permanent	660,7	660,4	657,7
Gamonzon	34	29/03	25/10	634,0	634,2	633,7
Gardana Kouara	50	17/03	19/10	582,3	582,7	572,6
Gorou Goussa	80	17/03	19/10	497,5	497,5	491,9
Gorou Goussa sol	980	18/03	19/10	lacune	lacune	
Guilahel	49	24/03	26/10	812,5	806,0	816*
Harikanassou	41	29/03	25/10	613,8	612,8	612,8
IH Jachere	105	24/03	26/10	650,2	650,0	646,5
IH Mil	106	permanent	26/10	760,1	761,0	757,6
Kaligorou	61	23/03	21/10	794,5	794,8	788,1
Kare	29	24/03	26/10	835,6	835,7	835,7
Kokorbe Fandou	73	30/03	20/10	673,9	674,2	674,,2
Kollo	54	permanent	permanent	664,0	663,7	663,7
Kollo sol	954	permanent	permanent	686,0	682,4	682,4
Koure Kobade	26	22/03	24/10	748,9	748,4	745,0
Koure Sud	51	22/03	24/10	786,1	785,1	781,2
Koyria	82	28/03	19/10	612,7	613,7	594,1
Mali Djibo	269	10/05	20/10	706,1	706,0	708,0*
Massi Koubou	78	30/03	20/10	641,8	641,6	627,2
Niamey Aeroport	94	permanent	permanent	656,7	656,8	653,1
Niamey IRI	83	permanent	permanent	686,1	686,3	681,0
Niamey ORSTOM	70	permanent	permanent	676,2	675,5	669,5
Samadey 1	404	22/03	26/10	570,2	566,3	546,2
Samadey 2	405	22/03	26/10	613,0	613,0	601,6
Samadey 3	406	23/03	26/10	572,1	572,0	558,5
Samadey 4	407	23/03	26/10	605,5	605,2	588,7
Samadey 5	408	24/03	26/10	598,6	599,0	582,1
SD Bagou	410	02/06	26/10	600,8	601,2	
SD Jupe 1	402	06/04	12/10	648,5	648,7	648,7*
SD Jupe 2	403	06/04	12/10	649,3	646,1	646,1*
SD Rive Droite	409	07/04	26/10	715,2	715,5	706,4
Sandideye	57	29/03	25/10	714,9	714,7	714,2
Tanaberi	32	18/03	27/10	726,8	726,5	719,5

suite du tableau 1

Torodi	86	30/03	26/10	862,6	862,8	856,3
Wankama	116	permanent	21/10	645,3	645,3	626,8
Wankama Ouest	267	26/04	21/10	581,3	581,7	570,1
Yillade	35	22/03	24/10	789,7	789,6	778,7
Kobong 301	301	14/04	18/10	549,6	549,9	549,9
Kobong 302	302	13/04	17/10	628,0	629,1	629,1
Kobong 303	303	13/04	17/10	622,2	622,3	622,3
Kobong 304	304	14/04	17/10	610,7	611,3	611,3
Kobong 305	305	15/04	18/10	612,9	613,2	613,2
Kobong 306	306	15/04	17/10	618,5	619,8	619,8
Kobong 307	307	15/04	18/10	569,3	569,0	569,0
Kobong 308	308	15/04	17/10	611,0	610,0	610,0
Kobong 309	309	15/04	18/10	614,6	614,6	614,6
Kobong 310	310	18/04	17/10	606,8	599,5	599,5
Kobong 311	311	18/04	18/10	604,9	604,9	604,9
Kobong 312	312	18/04	18/10	574,6	574,5	574,5
Kobong 313	313	19/04	17/10	610,7	610,2	610,2
Kobong 314	314	19/04	18/10	640,6	642,3	642,3
Kobong 315	315	20/04	18/10	609,5	609,3	609,3
Kobong 316	316	19/04	17/10	612,4	612,9	612,9
Kobong 317	317	19/04	18/10	619,5	614,8	614,8
Kobong 318	318	20/04	18/10	603,8	603,9	603,9
Kobong 319	319	20/04	18/10	590,5	588,2	588,2
Kobong 320	320	20/04	18/10	621,2	620,9	620,9
Kobong 321	321	20/04	18/10	610,6	608,0	608,0
Kobong 322	322	20/04	18/10	614,1	614,1	614,1
Kobong 323	323	21/04	18/10	590,6	590,9	615,9*
Kobong 324	324	21/04	18/10	569,3	569,0	594,0*
Kobong 325	325	21/04	18/10	579,6	579,2	604,2*

* station où l'on a reconstitué une valeur pour un événement manquant sur la période 15/04-15/10

Tableau 2: Liste des 55 événements majeurs enregistrés en 1994 à partir de 46 stations. (sur Kobong seule la station 307 est conservée, la station 410, SD Bagou, n'a pas été prise en compte car elle a été installée tardivement). Un événement majeur est comptabilisé dés lors que 30% (P) au moins des stations en fonctionnement (N) enregistrent une quantité de pluie supérieure à 1 mm. Les cumuls T sont exprimés en 1/10 mm ainsi que les quantités maximales de pluies enregistrées pendant l'événement en 5, 10, 15, 30, 60 minutes. Les nombres de taille réduites correspondent aux station où l'on a relevé l'intensité maximale à un pas de temps donné pendant l'événement. i, j correspondent respectivement à la première et à la dernière station touchée. Le temps de passage de l'événement sur le degré carré est donné en minutes

No	debut	fin	N	P	i	j	5	10	15	30	60	Total	Duree	moy. krigée
1	10/ 5 a 22h40'	11/ 5 a 0h55'	46	60.9	18	54	42	64	80	95	110	120	140	1.7
							29	29	29	29	29	29		
2	19/ 5 a 17h20'	19/ 5 a 18h40'	46	34.8	401	405	56	104	151	195	210	210	85	1.4
							61	61	61	61	61	61		
3	4/ 6 a 23h40'	5/ 6 a 8h 0'	45	100.0	70	29	105	173	255	416	546	705	505	17.0
							82	49	49	49	49	49		
4	10/ 6 a 19h40'	10/ 6 a 23h35'	46	63.0	105	105	71	142	204	356	430	450	240	1.2
							29	29	29	29	29	29		
5	14/ 6 a 1h15'	14/ 6 a 4h40'	46	67.4	26	29	37	44	49	80	142	175	210	1.6
							26	26	401	26	26	26		
6	15/ 6 a 20h25'	15/ 6 a 23h40'	46	73.9	73	49	112	186	241	355	365	365	200	18.6
							401	401	401	403	403	403		
7	17/ 6 a 23h 0'	18/ 6 a 6h 0'	46	97.8	43	86	107	192	247	350	405	460	425	23.5
							43	43	29	29	51	29		
8	21/ 6 a 6h15'	21/ 6 a 7h 0'	46	34.8	406	29	52	80	80	85	85	85	50	0.8
							404	404	404	406	406	406		
9	21/ 6 a 22h40'	22/ 6 a 1h35'	46	58.7	78	32	16	23	30	50	50	50	180	0.2
							78	78	78	78	78	78		
10	23/ 6 a 18h55'	23/ 6 a 21h25'	47	36.2	18	9	61	107	157	238	300	310	155	2.0
							9	9	9	5	5	5		
11	27/ 6 a 1h40'	27/ 6 a 4h50'	47	51.1	35	35	46	85	109	137	150	165	195	0.4
							29	29	29	57	57	57		
12	4/ 7 a 21h40'	5/ 7 a 1h40'	47	95.7	61	86	54	103	140	215	225	235	245	9.0
							86	86	86	86	86	86		
13	7/ 7 a 21h50'	8/ 7 a 4h10'	47	91.5	49	26	115	176	234	319	385	390	385	17.7
							43	43	61	61	61	61		
14	8/ 7 a 23h40'	9/ 7 a 4h35'	46	87.0	34	57	104	189	251	341	415	495	300	4.2
							26	26	26	26	26	26		
15	12/ 7 a 20h50'	13/ 7 a 3h35'	46	93.5	34	86	103	171	228	322	345	365	410	16.2
							9	5	9	9	9	9		
16	13/ 7 a 4h45'	13/ 7 a 8h35'	46	32.6	73	70	60	95	122	165	170	225	235	0.7
							78	78	78	80	80	80		
17	20/ 7 a 15h 5'	20/ 7 a 20h 0'	46	71.7	267	86	131	227	292	438	711	820	300	6.8
							403	403	403	409	409	409		
18	21/ 7 a 7h25'	21/ 7 a 17h 0'	45	100.0	116	86	141	263	399	760	1088	1200	580	54.0
							49	49	49	49	49	49		
19	22/ 7 a 13h40'	22/ 7 a 21h15'	46	84.8	106	29	58	99	144	237	378	500	460	4.7
							54	94	54	106	54	106		
20	26/ 7 a 6h25'	26/ 7 a 13h45'	43	100.0	82	82	122	228	319	470	559	650	445	15.8
							78	78	78	78	78	78		
21	1/ 8 a 7h30'	1/ 8 a 16h 0'	46	100.0	78	82	90	171	201	244	265	450	515	8.0
							43	43	43	49	49	49		
22	3/ 8 a 6h20'	3/ 8 a 12h20'	45	84.4	404	35	77	149	202	287	367	485	365	17.9
							405	405	405	407	407	407		
23	3/ 8 a 15h50'	3/ 8 a 21h15'	46	84.8	86	82	77	147	207	347	375	510	330	0.8
							84	84	84	84	84	85		
24	3/ 8 a 22h10'	4/ 8 a 11h10'	46	87.0	49	105	81	143	191	306	395	955	785	12.9
							25	25	25	25	25	25		
25	5/ 8 a 20h 5'	6/ 8 a 10h30'	46	100.0	61	78	119	219	307	561	769	1110	870	32.3
							61	73	43	61	61	61		
26	6/ 8 a 10h45'	6/ 8 a 16h55'	46	89.1	32	25	150	275	393	425	685	870	375	14.0
							61	61	61	61	25	25		
27	7/ 8 a 15h 5'	7/ 8 a 17h40'	46	54.3	21	29	83	147	215	319	320	320	160	2.2
							401	402	401	401	401	401		
28	8/ 8 a 0h35'	8/ 8 a 6h 5'	46	95.7	43	73	118	208	283	353	375	400	335	5.8
							29	29	29	29	29	29		
29	8/ 8 a 21h 0'	8/ 8 a 22h35'	46	41.3	9	70	10	15	15	20	25	25	100	0.5
							11	269	269	11	11	11		

suite du tableau 2

30	10/8 a 4h 5'	10/8 a 7h55'	47	95.7	43	86	54	104	120	156	185	195	235	4.0
							105	73	73	86	86	86		
31	13/8 a 17h25'	13/8 a 23h50'	47	100.0	57	86	140	257	352	607	740	825	390	38.6
							70	70	70	94	94	94		
32	15/8 a 0h35'	15/8 a 8h50'	47	100.0	57	73	95	154	207	334	585	705	500	21.7
							78	78	78	41	41	41		
33	20/8 a 3h55'	20/8 a 12h50'	47	100.0	43	86	91	159	216	291	353	510	540	9.9
							73	73	73	73	73	73		
34	22/8 a 5h30'	22/8 a 10h25'	47	100.0	43	25	86	147	198	251	280	360	300	14.0
							82	57	82	82	57	94		
35	23/8 a 23h40'	24/8 a 5h35'	47	100.0	26	82	124	204	282	344	499	585	360	22.1
							403	85	85	85	49	86		
36	25/8 a 3h40'	25/8 a 6h30'	47	53.2	29	35	106	181	231	345	405	425	175	2.8
							86	86	86	86	86	86		
37	25/8 a 19h 5'	26/8 a 0h20'	47	85.1	35	86	85	149	181	299	325	325	320	14.0
							5	5	401	401	401	401		
38	27/8 a 20h40'	27/8 a 22h10'	47	72.3	34	94	83	147	155	200	200	200	95	2.2
							18	18	18	18	18	18		
39	27/8 a 22h20'	28/8 a 1h15'	47	85.1	34	105	25	49	58	65	65	70	180	1.0
							34	34	34	34	34	34		
40	29/8 a 7h30'	29/8 a 11h40'	47	100.0	86	26	70	126	158	185	190	190	255	3.2
							35	35	35	35	35	35		
41	1/9 a 6h 0'	1/9 a 10h20'	46	91.3	43	26	108	190	236	343	375	400	265	16.3
							54	54	54	26	26	26		
42	4/9 a 22h55'	5/9 a 4h55'	47	95.7	34	70	90	165	227	372	606	760	365	32.7
							268	269	269	269	409	409		
43	8/9 a 19h40'	9/9 a 4h25'	46	100.0	26	82	117	223	303	510	660	755	530	33.1
							85	85	85	11	269	5		
44	11/9 a 20h35'	11/9 a 21h35'	47	38.3	57	267	50	93	132	150	150	150	65	1.1
							267	267	267	267	267	267		
45	12/9 a 10h10'	12/9 a 15h10'	46	73.9	32	29	70	126	174	293	335	505	305	2.5
							401	32	32	408	43	32		
46	15/9 a 22h20'	16/9 a 1h35'	47	31.9	94	78	77	151	209	295	340	350	200	2.0
							86	86	86	86	86	86		
47	16/9 a 20h55'	16/9 a 23h30'	47	74.5	61	32	57	107	140	145	155	155	160	3.9
							29	29	29	29	29	29		
48	19/9 a 1h25'	19/9 a 4h35'	47	85.1	57	25	47	80	90	100	105	105	195	1.8
							94	94	94	94	94	43		
49	1/10 a 14h35'	1/10 a 18h25'	47	80.9	57	5	86	165	217	288	315	335	235	5.6
							116	116	116	116	116	116		
50	4/10 a 15h10'	4/10 a 17h50'	47	31.9	26	94	97	160	206	234	279	285	165	1.8
							26	26	26	26	26	26		
51	7/10 a 18h55'	7/10 a 20h 0'	47	31.9	403	21	59	111	161	233	250	250	70	0.6
							11	404	406	269	269	269		
52	13/10 a 4h50'	13/10 a 9h 5'	44	47.7	54	94	75	123	151	220	220	250	260	5.7
							85	85	85	85	85	94		
53	15/10 a 1h10'	15/10 a 8h 5'	44	43.2	26	32	75	122	163	230	270	290	420	3.8
							57	29	57	29	29	29		
54	16/10 a 14h30'	16/10 a15h55'	44	38.6	408	78	83	133	155	188	195	200	90	1.3
							116	116	116	404	404	404		
55	19/10 a 6h30'	19/10 a 7h45'	43	60.5	409	105	49	80	93	95	100	100	80	0.4
							50	50	50	50	50	50		

Maxima Maximorum

sur 5 mn : 150
sur 10 mn : 275
sur 15 mn : 399
sur 30 mn : 760
sur 60 mn : 1088
totalite : 1200

saisonnier. L'épisode le plus important en terme de quantité de pluie sur le degré carré s'est passé le 21 juillet, représentant une lame d'eau de 54 mm. Sur les quatre dernières années, c'est le plus important événement spatial recensé, (1991 - le 3 août, 36 mm ; 1992 - le 21 août, 43 mm ; 1993 - le 13 août, 37 mm)
La comparaison des cumuls mensuels (**figure 4**) entre les 3 stations de Niamey montre cette année une dispersion assez faible des valeurs sauf en début de saison pour le mois de mai. Par comparaison avec la période 1950-1989, la répartition est de même type avec un pic pluvieux en août supérieur de 20 à 30% selon les stations.

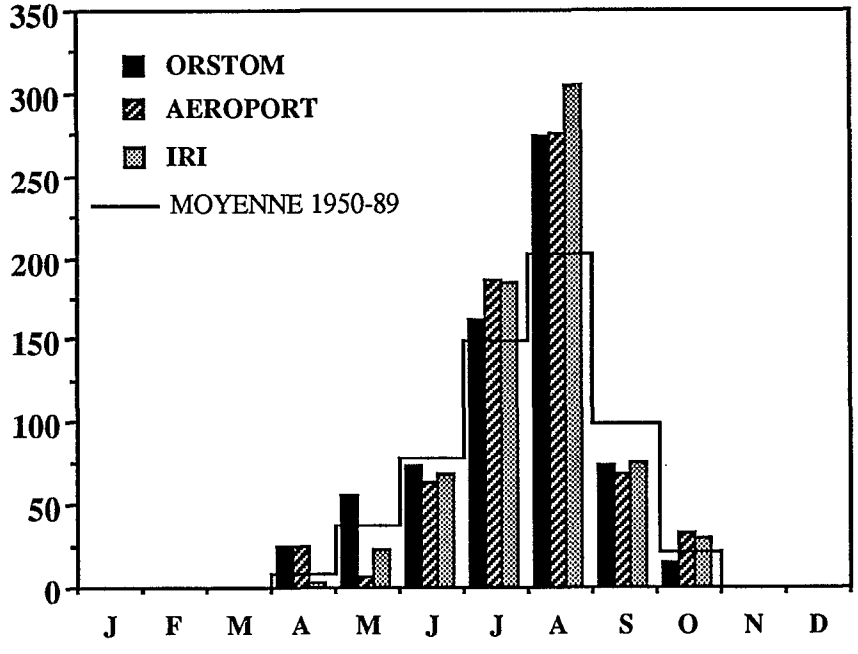
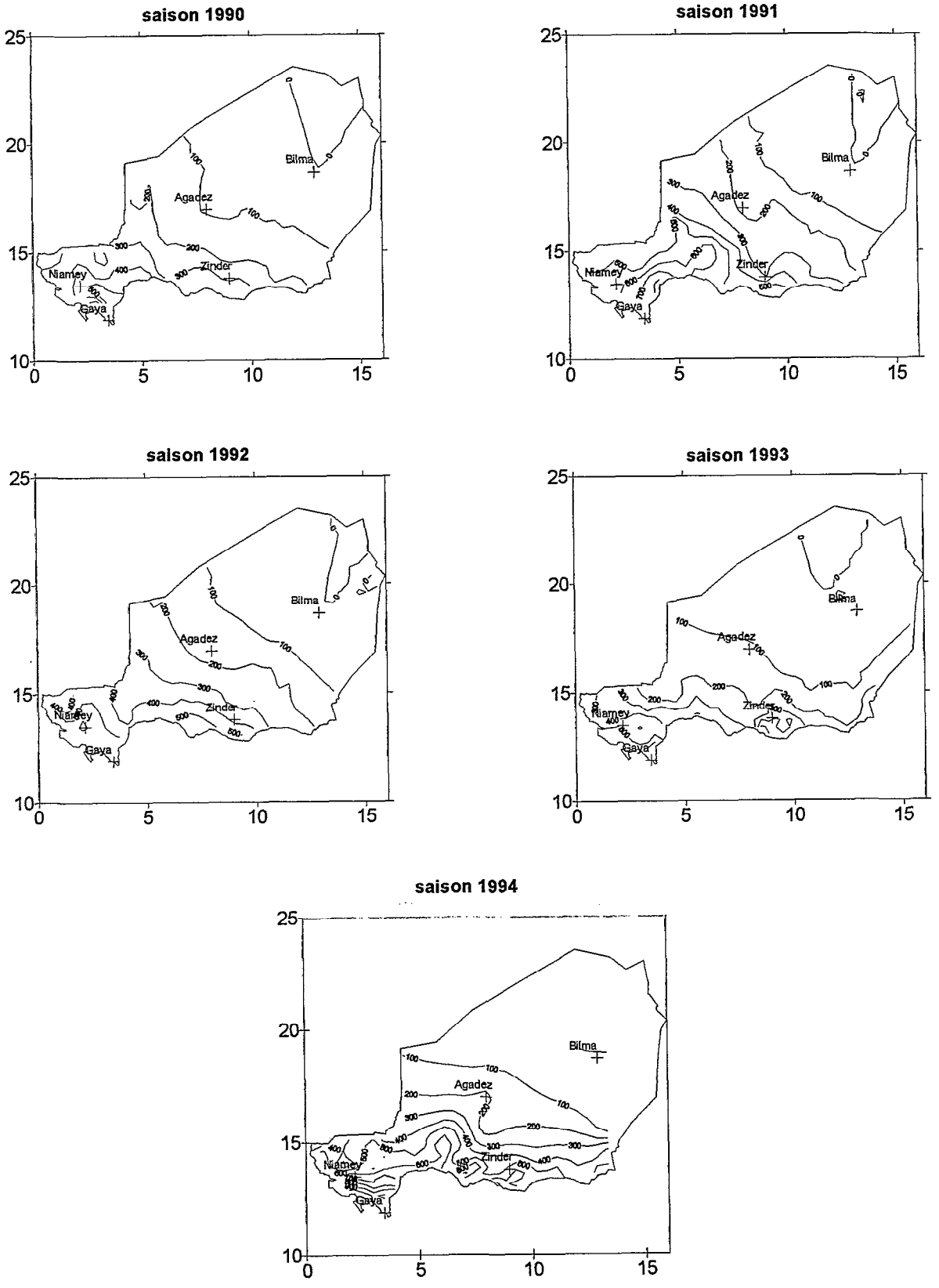


Figure 4: Comparaison des cumuls mensuels 1994 (mm) des 3 stations de Niamey avec les cumuls moyens mensuels sur la période 1950-89.

1.3 Situation pluviométrique annuelle à l'échelle du Niger

La comparaison de l'année 1994 avec d'une part les années 1990 à 1993 (**figure 5**) et d'autre part la moyenne sur la période 1950-94 et la période 1968-94 plus sèche (**figure 6**) montre que cette année est marquée par un excédent pluviométrique sur l'ensemble du Niger.
Ceci est nettement visible pour les années 1990 et 1993, années particulièrement déficitaires, où l'on constate que les isohyètes sont fortement décalées vers le sud par rapport à 1994. Pour 1991 et 1992, années pouvant être considérées comme normales, la répartition des isohyètes est identique à la situation de 1994 dans la partie nord du Niger, jusqu'aux isohyètes 400-500 mm. Par contre dans la partie sud du Niger en 1994 les pluies ont été nettement supérieures à la normale atteignant 1000 mm de pluie dans la région de Gaya (en année normale Gaya reçoit environ 810 mm de pluie). C'est donc entre le 14° et le 12° parallèle que l'excédent de pluie est le plus nettement marqué par rapport à une année normale.



Figutre 5: Comparaison des isohyètes annuelles sur le Niger (mm) pour les années 1990 à 1994.

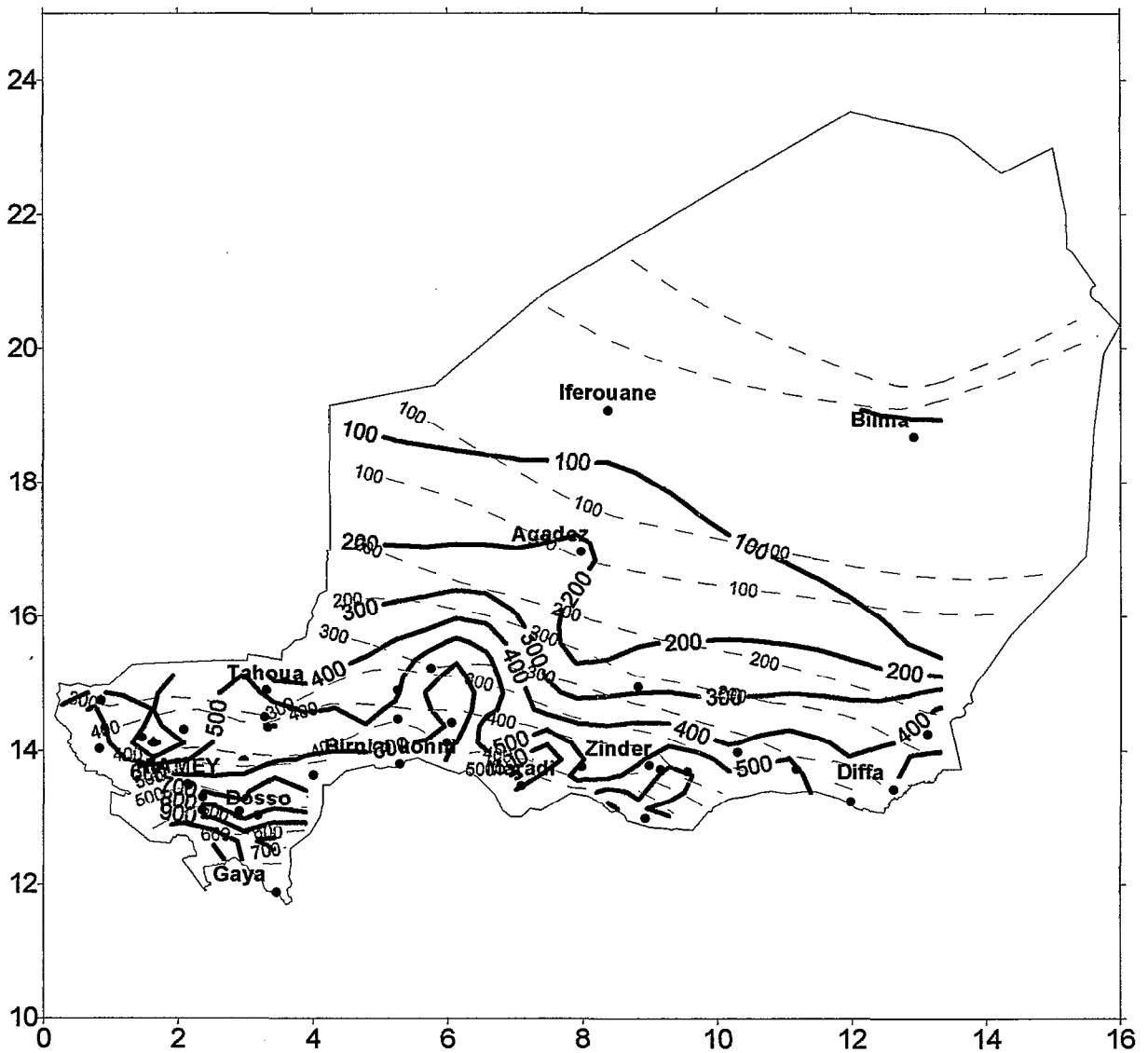


Figure 6: Comparaison des isohyètes de l'année 1994 (noir plein) sur le Niger avec les isohyètes inter-annuelles sur la période 1950 - 1994 (tireté bleu) et sur la période 1968 - 1994 (tireté rouge).

1.4 Comparaison avec les autres années de l'expérience EPSAT-NIGER - 1990 à 1993

Les cinq années de mesure du dispositif EPSAT-NIGER présentent tant dans l'espace que dans le temps une variabilité importante (**figure 7a**). Sur les cinq années, en comparaison avec la pluviométrie moyenne saisonnière sur la période 1950-94 enregistrée au poste de Niamey (548 mm), on trouve pour le degré carré, deux années fortement déficitaires 1990 et 1993, deux années pratiquement normales 1991 et 1992 et une année excédentaire 1994. Le gradient nord-sud reconnu à l'échelle de l'Afrique Occidentale n'apparaît nettement qu'en 1994 qui est une année particulière du point de vue de la pluviosité et des phénomènes climatologiques qui lui sont liés. D'une année sur l'autre la disposition des zones plus ou moins déficitaires ou excédentaires ne répondent apparemment à aucune structure locale particulière. Par contre, le cumul total des cinq années (**figure 7b**) rend beaucoup mieux compte de ce gradient nord-sud et des zones deficitaires d'une année sur l'autre. Il reste important de noter que la situation pluviométrique saisonnière au niveau régional n'est pas toujours le reflet de la situation pluviométrique saisonnière au niveau local. L'exemple de trois postes situés à la même latitude dont deux à moins de 10 km (**tableau 3**) montre que pour les années pouvant être considérées comme normales 1991 et 1992, les cumuls saisonniers de Banizoumbou pour les deux années, de Niamey Aéroport pour 1991 et de Niamey ORSTOM pour 1992 sont largement déficitaires. Par contre pour les années soient fortement excédentaires ou déficitaires 1990, 1993 et 1994 les stations suivent la tendance régionale.

Tableau 3: Comparaison des cumuls saisonniers (mm) de 1990 à 1994 sur 3 postes disposés sur une même latitude.

station	1990	1991	1992	1993	1994
Banizoumbou	401	495	410	459	689
Niamey Aéro.	474	434	607	447	653
Niamey ORS	399	541	483	399	669

Les valeurs extrèmes en 1994 ont été observées sur les mêmes postes qu'en 1993, respectivement Gorou Goussa pour la valeur minimale et Torodi pour la valeur maximale.
Le **tableau 4** résume les principaux paramètres pluviométriques obtenus sur le degré carré. Sur les cinq années, on observe une variation de la moyenne spatiale de plus de 50% par rapport à la valeur moyenne la plus faible. En 1994, les valeurs minimale et maximale sont dans un rapport de 1,7 un peu inférieur à celui obtenu pour chacune des années précédentes. Le coefficient de variation est du même ordre de grandeur que pour les années précédentes. Sur les 71 sites, on peut noter que le cumul de près de 20 stations se trouve à ± 1 écart-type de la valeur moyenne saisonnière. Les intensités maximales observées, ici au pas de temps de 5 minutes, 1 heure et au pas de l'événement n'ont apparemment pas de lien avec la qualité de la saison pluvieuse.

Au vu de ces résultats, les mêmes conclusions que pour les années précédentes peuvent être tirées :
la moyenne spatiale est peu représentative de la pluviométrie localement pour près de 30 % des stations suivant le critère d'un écart-type, ainsi la représentativité d'une valeur ponctuelle pour caractériser la pluviosité à l'échelle du degré carré est mauvaise dans la plupart des cas. En fait les études déjà entreprises (taupin et al., 1993) ont montré que pour avoir une bonne connaissance de la pluviométrie saisonnière sur une zone donnée, il faut au-moins 10 postes disposés de façon régulière sur cette zone.

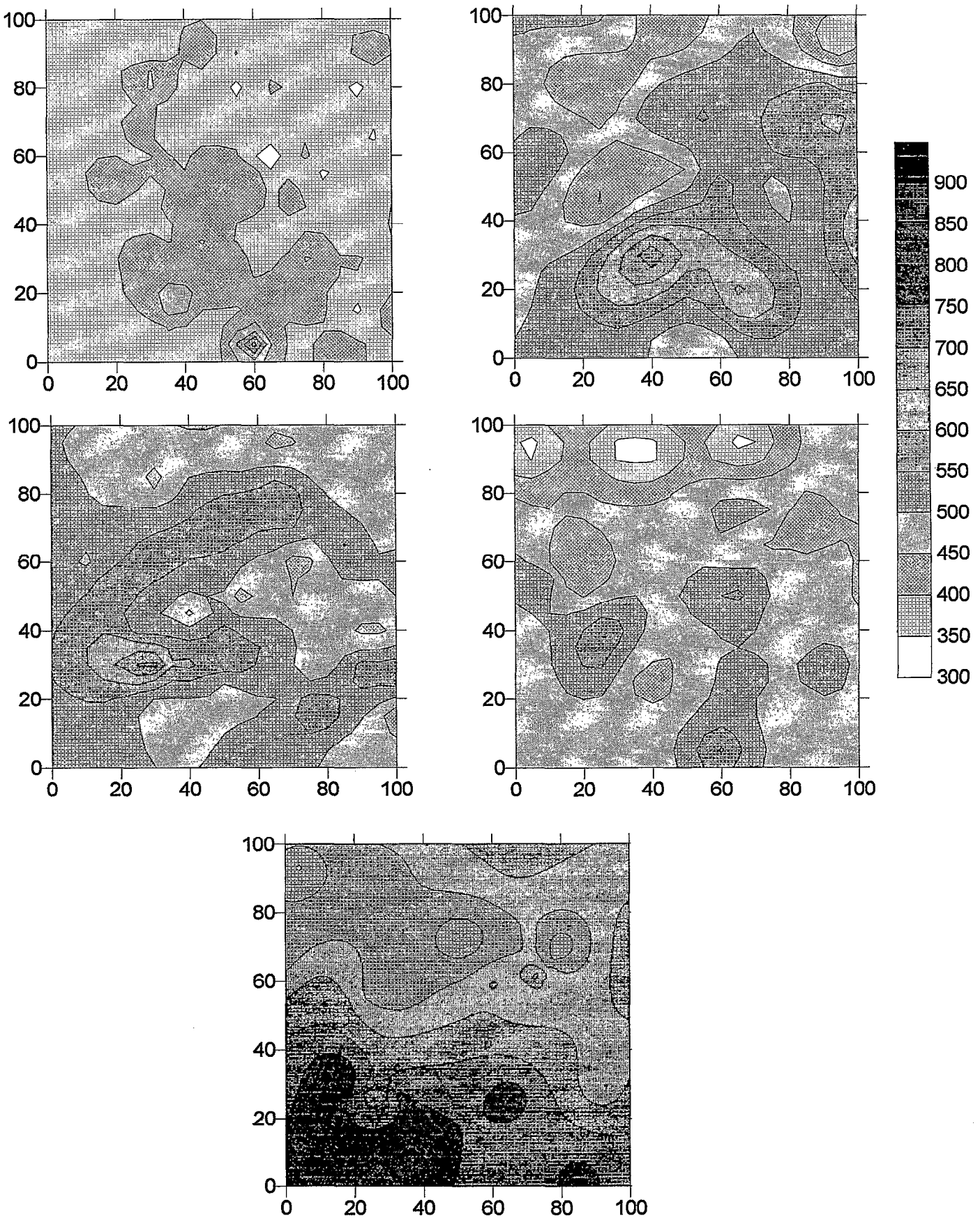


Figure 7a: Répartition de la pluviométrie sur le degré carré de Niamey, de 1990 à 1994.

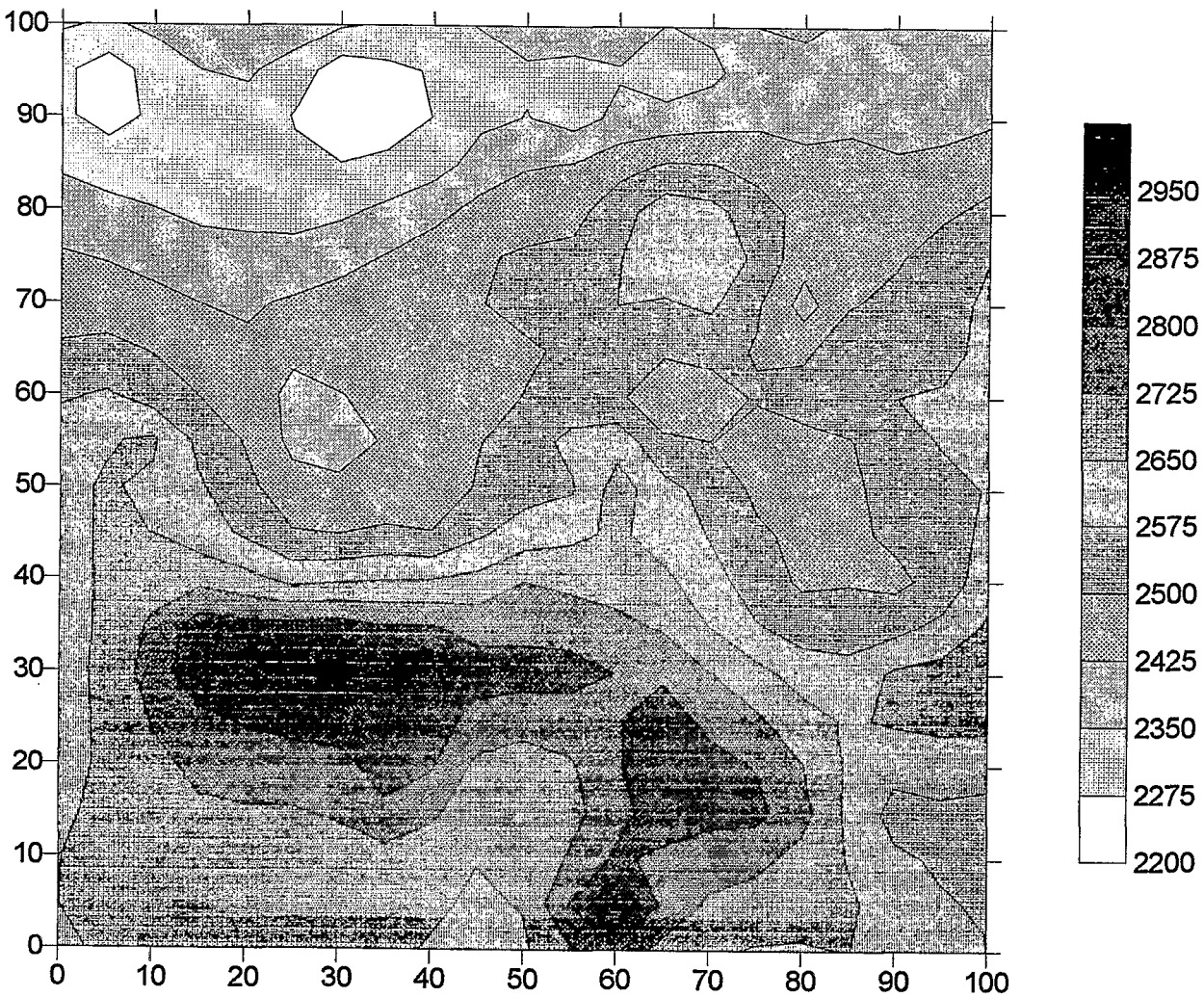


Figure 7b: Cumul pluviométrique de la période 1990 - 1994 sur le degré carré de Niamey.

Tableau 4: Valeurs pluviométriques caractéristiques enregistrées au cours des cinq campagnes d'EPSAT-NIGER.

	Cumuls saisonniers en mm						Maxima à une station (mm)		
Année	Moy D.C. (μ)	Min (m)	Max (M)	ECT	(M-m)/μ (%)	C.V. (%)	Max. 5'	Max. 60'	Max. Evt
1990	419	292	659	62	88	14,8	30	75	102
1991	522	341	725	79	74	15,1	17,5	85	162
1992	513	389	782	68	77	13,3	29	74,5	92
1993	463	314	621	84	66	18,1	15,5	80,8	95,5
1994	663	492	856	90	55	13,5	15	108,8	120

2

LE RESEAU DE PLUVIOGRAPHES

2.1 Le réseau en 1994

L'expérimentation EPSAT-Niger rentrant dans une phase de suivi à long terme, le nombre de pluviographes utilisés sur la zone d'étude à fortement diminué. Le réseau ne comporte plus que 75 pluviographes dont 4 pluviographes au sol au lieu des 109 pluviographes de la saison 1993 dont 2 pluviographes au sol (**tableaux 5 et 6**). Le type de pluviographe est à augets basculeurs, munis de cônes de 400 cm^2 (**Lebel et al., 1991**)
Comme pour les années antérieures la couverture pluviographique s'étend sur environ 16 000 km^2, limité en longitude par les méridiens 1°40 E et 3°E et en latitude par les parallèles 13 et 14° N.
La répartition du réseau a été définie en fonction des objectifs fixés pour 1994 (cf. avant-propos).
Elle a été définie selon trois différentes échelles d'espace (**figure 8a,b,c**):
- à l'échelle de l'ensemble de la zone (16 000 km^2), 32 stations pluviographiques à 1,50 m du sol ont été conservées, disposées de façon régulière. Le dispositif de comparaison pluie au sol -pluie à 1,50 m s'est enrichi de 2 nouveau sites par rapport aux autres années, au site déjà équipé de Kollo (n° 54) et de Banizoumbou (n° 11) se sont ajoutés les sites de Gorou Goussa (n° 80) et Debere Gati (n° 25).
- à l'échelle du supersite central, (400 km^2) un nouvel arrangement des stations a eu lieu en fonction des contraintes des aires de travail des différentes équipes ORSTOM encore présentes sur la zone de Banizoumbou. La densité reste importante puisqu'au total 16 sites ont été réimplantés ou nouvellement installés dont 2 font partis du réseau suivi à long terme.
- à l'échelle du km^2, 25 stations disposées selon le schéma de la **figure8c** ont été nouvellement installées à côté de l'aéroport de Niamey pour étudier la variabilité spatiale à des petits pas d'espace.

2.2 Installation et surveillance du réseau

10 postes ont fonctionné en permanence entre la fin de la saison des pluies 1993 et le début de la saison des pluies 1994. Les autres ont été démontés, nettoyés, testés et entreposés durant la saison sèche. On a pu ainsi noter que le matériel vieillissait relativement vite, ceci pouvant être dû aux conditions climatiques sahélienne (forte température, vent de sable). Si les capteurs, en général, ne présentent pas d'usure particulière en dehors des cosses électrique et des soudures fils-ampoules à mercure, un certain nombre de cartes électroniques des armoires oedipe se sont avérées hors d'usage.

Le planning d'installation des stations (**tableau 1**) a commencé le 17 mars et s'est terminé le 20 avril pour les stations du réseau d'étude. Les nouvelles stations installées ont été positionnées à l'aide d'un système GPS dont l'erreur reste minimale (entre 18 et 36 m). Pour des besoins spécifiques des équipes du suivi de la végétation et du suivi hydrologique, 3 stations supplémentaires (n° 268, n° 269, n° 410) ont été implantées par la suite, entre mi-mai et début juin. Cette année, la première pluie enregistrée sur la zone de Niamey s'est produite le 20 avril en heureuse concordance avec la fin du planning d'installation, on a donc pu suivre en 1994 l'ensemble des événements de la saison. La première pluie importante selon nos critères spatio-temporels retenus s'est produite le 10 mai, un peu plus tardivement que les années précédentes.
La plupart des stations implantées près des villages, ont été surveillées en permanence par un gardien, ce qui évite les déprédations et vols constatés sur quelques stations non

Tableau 5: Liste des 75 postes du réseau en 1994, classés par ordre alphabétique.

station	Identification	Latitude			Longitude			Altitude	X	Y	EPSAT
		deg	min	sec	deg	min	sec				
Alkama	1321204300	13	49	19	02	57	28	205	103,32	91,39	43
Banizoumbou	1321201100	13	31	58	02	39	37	202	71,34	59,25	11
Banizoumbou sol	1321291100	13	31	58	02	38	37		71,34	59,25	911
Bazanga Bangou	1321200500	13	30	20	02	34	59	266	63,01	56,21	5
Beri Koira	1321202100	13	38	59	02	28	37	215	51,49	72,26	21
Berkiawel	1321202800	13	30	41	02	18	31		33,33	56,86	28
Bololadie	1321208400	13	13	29	01	52	12		-14,06	24,98	84
Boubon Golf	1321208500	13	36	24	01	56	09		-6,93	67,46	85
Brousse Tigree	1321240100	13	32	51	02	42	27		76,43	60,88	401
Chef de Village	1321226800	13	31	01	02	38	42		69,69	57,49	268
Darey	1321201800	13	38	12	02	44	32	250	80,14	70,80	18
Debere Gati	1321202500	13	03	40	02	06	52	230	12,38	6,78	25
Debere Gati sol	1321292500	13	03	40	02	06	52		12,38	6,78	925
Fandou Beri	1321200900	13	31	55	02	33	31	232	60,36	59,14	9
Gamonzon	1321203400	13	27	40	03	01	54		111,49	51,28	34
Gardana Kouara	1321205000	13	50	04	02	16	33	212	29,78	92,78	50
Gorou Goussa	1321208000	13	50	18	02	02	08		3,83	93,22	80
Gorou Goussa sol	1321298000	13	50	18	02	02	08		3,83	93,22	980
Guilahel	1321204900	13	17	41	02	08	45	274	15,77	32,79	49
Harikanassou	1321204100	13	15	28	02	50	28	208	90,99	28,65	41
IH Jachere hapex1	1321210500	13	14	38	02	14	39		26,41	27,11	105
IH Mil	1321210600	13	14	29	02	17	56		32,35	26,84	106
Kaligorou	1321206100	13	36	44	03	00	47	200	109,4	68,09	61
Kare	1321202900	13	02	52	02	20	19	200	36,65	5,32	29
Kokorbe Fandou	1321207300	13	51	10	02	37	11		66,85	94,82	73
Kollo	1321205400	13	22	27	02	14	40	198	26,42	41,61	54
Kollo sol	1321295400	13	22	27	02	14	40		26,42	41,61	954
Koure Kobade	1321202600	13	00	17	03	03	00	220	113,71	0,52	26
Koure Sud	1321205100	13	14	31	02	36	18	255	65,45	26,89	51
Koyria	1321208200	13	46	00	01	42	00		-32,38	85,25	82
Mali Djibo	1321226900	13	33	06	02	40	06		72,21	61,36	269
Massi Koubou	1321207800	13	49	37	02	25	00	250	44,95	91,94	78
Niamey Aeroport	1321209400	13	28	47	02	10	23		18,71	53,36	94
Niamey IRI	1321208300	13	30	00	02	05	21		9,63	55,6	83
Niamey ORSTOM	1321207000	13	31	52	02	05	48	220	10,44	59,07	70
Sandideye	1321205700	13	13	31	03	03	14	230	114,01	25,06	57
Samadey 1	1321240400	13	35	36	02	42	59		77,37	65,98	404
Samadey 2	1321240500	13	34	51	02	42	46		76,99	64,59	405
Samadey 3	1321240600	13	34	58	02	42	26		76,38	64,81	406
Samadey 4	1321240700	13	36	57	02	41	06		73,97	68,48	407
Samadey 5	1321240800	13	35	27	02	42	20		76,2	65,7	408
SD Bagou	1321241000	13	35	05	02	41	50		74,71	64,96	410
SD Jupe 1	1321240200	13	32	32	02	41	33		74,81	60,31	402
SD Jupe 2	1321240300	13	32	28	02	41	35		74,86	60,16	403
SD Rive Droite	1321240900	13	33	19	02	40	59		73,8	61,73	409
Tanaberi	1321203200	13	02	30	02	32	53		59,34	4,63	32

suite du tableau 5

Torodi	1321208600	13	07	00	01	47	06		-23,27	12,97	86
Wankama	1321211600	13	39	00	02	38	55		70,02	72,28	116
Wankama Ouest	1321226700	13	38	34	02	37	33		67,58	71,46	267
Yillade	1321203500	13	01	16	02	47	10	237	85,12	2,35	35
Kobong 301	1321230100	13	29	15	02	12	58		23,36	54,21	301
Kobong 302	1321230200	13	29	11	02	12	59		23,38	54,08	302
Kobong 303	1321230300	13	29	08	02	12	58		23,34	53,99	303
Kobong 304	1321230400	13	28	58	02	12	58		23,36	53,69	304
Kobong 305	1321230500	13	28	58	02	13	16		23,88	53,69	305
Kobong 306	1321230600	13	29	16	02	13	14		23,84	54,25	306
Kobong 307	1321230700	13	29	34	02	13	14		23,84	54,78	307
Kobong 308	1321230800	13	29	33	02	12	57		23,32	54,77	308
Kobong 309	1321230900	13	29	32	02	12	38		22,76	54,75	309
Kobong 310	1321231000	13	29	15	02	12	40		22,8	54,21	310
Kobong 311	1321231100	13	28	58	02	12	40		22,8	53,67	311
Kobong 312	1321231200	13	29	24	02	12	49		23,07	54,49	312
Kobong 313	1321231300	13	29	24	02	12	56		23,3	54,49	313
Kobong 314	1321231400	13	29	24	02	13	06		23,59	54,49	314
Kobong 315	1321231500	13	29	20	02	12	52		23,18	54,36	315
Kobong 316	1321231600	13	29	20	02	12	56		23,3	54,36	316
Kobong 317	1321231700	13	29	20	02	13	01		23,45	54,38	317
Kobong 318	1321231800	13	29	15	02	12	49		23,09	54,21	318
Kobong 319	1321231900	13	29	16	02	12	53		23,2	54,23	319
Kobong 320	1321232000	13	29	16	02	13	02		23,47	54,25	320
Kobong 321	1321232100	13	29	16	02	13	05		23,56	54,25	321
Kobong 322	1321232200	13	29	11	02	12	53		23,21	54,1	322
Kobong 323	1321232300	13	29	12	02	13	01		23,45	54,12	323
Kobong 324	1321232400	13	29	08	02	12	49		23,09	53,99	324
Kobong 325	1321232500	13	29	08	02	13	07		23,61	53,99	325

X Y coordonnées dans le degré carré (origine du repère 2 E, 13N) :

Y= (Latd.-13)*111,2 en km

X=(Longd.-2)*(108,.3-0,5*Y/111.2) en km Latd. et Longd. en degré décimaux

Tableau 6: Liste des 71 sites du réseau en 1994, classés par numéro.

EPSAT	station	Identification	Latitude			Longitude			Altitude	X	Y
			deg	min	sec	deg	min	sec			
5	Bazanga Bangou	1321200500	13	30	20	02	34	59	266	63,01	56,21
9	Fandou Beri	1321200900	13	31	55	02	33	31	232	60,36	59,14
11	Banizoumbou	1321201100	13	31	58	02	39	37	202	71,34	59,25
18	Darey	1321201800	13	38	12	02	44	32	250	80,14	70,80
21	Beri Koira	1321202100	13	38	59	02	28	37	215	51,49	72,26
25	Debere Gati	1321202500	13	03	40	02	06	52	230	12,38	6,78
26	Koure Kobade	1321202600	13	00	17	03	03	00	220	113,71	0,52
28	Berkiawel	1321202800	13	30	41	02	18	31		33,33	56,86
29	Kare	1321202900	13	02	52	02	20	19	200	36,65	5,32
32	Tanaberi	1321203200	13	02	30	02	32	53		59,34	4,63
34	Gamonzon	1321203400	13	27	40	03	01	54		111,49	51,28
35	Yillade	1321203500	13	01	16	02	47	10	237	85,12	2,35
41	Harikanassou	1321204100	13	15	28	02	50	28	208	90,99	28,65
43	Alkama	1321204300	13	49	19	02	57	28	205	103,32	91,39
49	Guilahel	1321204900	13	17	41	02	08	45	274	15,77	32,79
50	Gardana Kouara	1321205000	13	50	04	02	16	33	212	29,78	92,78
51	Koure Sud	1321205100	13	14	31	02	36	18	255	65,45	26,89
54	Kollo	1321205400	13	22	27	02	14	40	198	26,42	41,61
57	Sandideye	1321205700	13	13	31	03	03	14	230	114,01	25,06
61	Kaligorou	1321206100	13	36	44	03	00	47	200	109,40	68,09
70	Niamey ORSTOM	1321207000	13	31	52	02	05	48	220	10,44	59,07
73	Kokorbe Fandou	1321207300	13	51	10	02	37	11		66,85	94,82
78	Massi Koubou	1321207800	13	49	37	02	25	00	250	44,95	91,94
80	Gorou Goussa	1321208000	13	50	18	02	02	08		3,83	93,22
82	Koyria	1321208200	13	46	00	01	42	00		-32,38	85,25
83	Niamey IRI	1321208300	13	30	00	02	05	21		9,63	55,60
84	Bololadie	1321208400	13	13	29	01	52	12		-14,06	24,98
85	Boubon Golf	1321208500	13	36	24	01	56	09		-6,93	67,46
86	Torodi	1321208600	13	07	00	01	47	06		-23,27	12,97
94	Niamey Aeroport	1321209400	13	28	47	02	10	23		18,71	53,36
105	IH Jachere hapex1	1321210500	13	14	38	02	14	39		26,41	27,11
106	IH Mil	1321210600	13	14	29	02	17	56		32,35	26,84
116	Wankama	1321211600	13	39	00	02	38	55		70,02	72,28
267	Wankama Ouest	1321226700	13	38	34	02	37	33		67,58	71,46
268	Chef de Village	1321226800	13	31	01	02	38	42		69,69	57,49
269	Mali Djibo	1321226900	13	33	06	02	40	06		72,21	61,36
301	Kobong 301	1321230100	13	29	15	02	12	58		23,36	54,21

suite du tableau 6

302	Kobong 302	1321230200	13	29	11	02	12	59	23,38	54,08
303	Kobong 303	1321230300	13	29	08	02	12	58	23,34	53,99
304	Kobong 304	1321230400	13	28	58	02	12	58	23,36	53,69
305	Kobong 305	1321230500	13	28	58	02	13	16	23,88	53,69
306	Kobong 306	1321230600	13	29	16	02	13	14	23,84	54,25
307	Kobong 307	1321230700	13	29	34	02	13	14	23,84	54,78
308	Kobong 308	1321230800	13	29	33	02	12	57	23,32	54,77
309	Kobong 309	1321230900	13	29	32	02	12	38	22,76	54,75
310	Kobong 310	1321231000	13	29	15	02	12	40	22,80	54,21
311	Kobong 311	1321231100	13	28	58	02	12	40	22,80	53,67
312	Kobong 312	1321231200	13	29	24	02	12	49	23,07	54,49
313	Kobong 313	1321231300	13	29	24	02	12	56	23,30	54,49
314	Kobong 314	1321231400	13	29	24	02	13	06	23,59	54,49
315	Kobong 315	1321231500	13	29	20	02	12	52	23,18	54,36
316	Kobong 316	1321231600	13	29	20	02	12	56	23,30	54,36
317	Kobong 317	1321231700	13	29	20	02	13	01	23,45	54,38
318	Kobong 318	1321231800	13	29	15	02	12	49	23,09	54,21
319	Kobong 319	1321231900	13	29	16	02	12	53	23,20	54,23
320	Kobong 320	1321232000	13	29	16	02	13	02	23,47	54,25
321	Kobong 321	1321232100	13	29	16	02	13	05	23,56	54,25
322	Kobong 322	1321232200	13	29	11	02	12	53	23,21	54,10
323	Kobong 323	1321232300	13	29	12	02	13	01	23,45	54,12
324	Kobong 324	1321232400	13	29	08	02	12	49	23,09	53,99
325	Kobong 325	1321232500	13	29	08	02	13	07	23,61	53,99
401	Brousse Tigree	1321240100	13	32	51	02	42	27	76,43	60,88
402	SD Jupe 1	1321240200	13	32	32	02	41	33	74,81	60,31
403	SD Jupe 2	1321240300	13	32	28	02	41	35	74,86	60,16
404	Samadey 1	1321240400	13	35	36	02	42	59	77,37	65,98
405	Samadey 2	1321240500	13	34	51	02	42	46	76,99	64,59
406	Samadey 3	1321240600	13	34	58	02	42	26	76,38	64,81
407	Samadey 4	1321240700	13	36	57	02	41	06	73,97	68,48
408	Samadey 5	1321240800	13	35	27	02	42	20	76,20	65,70
409	SD Rive Droite	1321240900	13	33	19	02	40	59	73,80	61,73
410	SD Bagou	1321241000	13	35	05	02	41	50	74,71	64,96

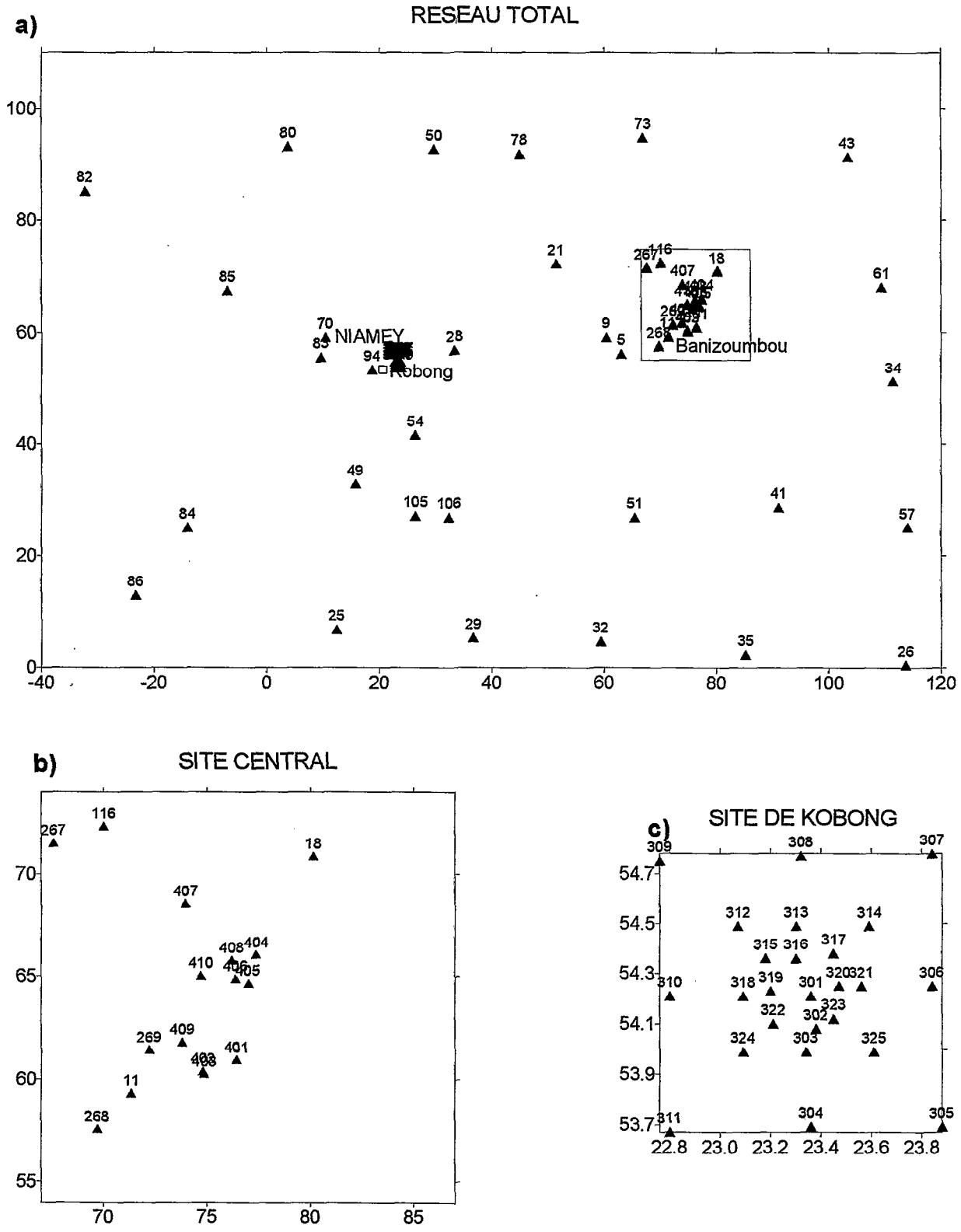


Figure 8: Dispositif de mesures pour la saison 1994. a) zone complète
Coordonnees en km - Origine: 2 E; 13 N. **b) site central**
c) site de Kobong

surveillées situées loin des villages. Pour obtenir un suivi de la meilleure qualité possible, compte tenu du personnel disponible et du budget, chaque station a reçu une visite de contrôle tous les 20-25 jours durant toute la saison des pluies. Pour certaines stations situées près de Niamey, par exemple le site de Kobong la périodicité des visites a été d'1 à 2 semaines. Les cartouches ont été changées environ tous les 30 à 45 jours pour permettre de suivre l'évolution de la saison des pluies en temps le moins décalé possible.

En fin de saison, le démontage des stations s'est effectué entre le 19 et 27 octobre, ce qui a permis d'enregistrer les dernières pluies qui se sont produites relativement tard dans la saison.

2.3 Fonctionnement

Le taux de fonctionnement pour les 75 pluviographes (**tableau 7**) sur l'ensemble de la saison est particulièrement bon, environ 98 %. Ce résultat a été obtenu grâce à une révision complète des appareils en début de saison (le matériel est mis à dure épreuve compte tenu du vieillissement, entre 3 et 5 ans de fonctionnement) et à une fréquence des visites d'entretien inférieure à 25 jours.
Sur l'ensemble des stations, 68, soit 90 % des stations ne présentent pas de lacune auget (pour le détail des pannes des stations en lacunes se reporter à l'annexe A-1). Ce faible taux de lacune tant sur les augets qu'éventuellement sur les seaux a permis de reconstituer les cumuls saisonniers et mensuels de l'ensemble des stations.

2.4 Dérives en temps

Comme les années précédentes, on constate une dérive en temps bien supérieure à celle donnée par le constructeur qui est normalement de 10 secondes par mois (**tableau 8**). Le nombre de postes utilisé en 1994 étant réduit, on a pu écarter ceux présentant des dérives maximales les années précédentes. Un contrôle systématique des dérives a eu lieu pendant les visites au stations. Les résultats montrent que la dérive est pratiquement linéaire d'une visite à l'autre pour une cartouche donnée et pour une station pluviographique donnée (les changement de dérives au cours de la saison pour une station donnée sont dus essentiellement à un changement de la centrale d'acquisition). Les dérives sont comprises entre -4 et +49 minutes pour 100 jours, ce qui est un peu inférieur au valeurs trouvées les années précédentes. Cependant, la dérive reste supérieure à 30 minutes pour 100 jours pour 7 postes et, 360 cartouches sur 405 montrent une dérive supérieure à 3 minutes pour 100 jours.
Même si la dérive peut être corrigée linéairement, il faut quand même se montrer prudent pour l'étude spatiale des précipitations au petit pas de temps surtout pour les réseaux très denses tel que celui du site de Kobong.

2.5 Comparaison valeurs seau et valeurs auget

En 1994, le nombre de pluviographes étant nettement inférieur aux années précédentes, un soin particulier a été porté au tarage des augets et à l'haubannage des postes. Ceci a eu pour conséquence une nette amélioration de l'écart observé entre le seau et les augets à tous les pas de temps (**tableau 9**). Sur l'ensemble de la saison (64 postes sur 75) l'écart est inférieur à 5,5% sauf sur 2 postes (n° 406, 13,4% et n° 307, 8,6%) qui ont eu quelques problèmes de tarages que l'on a pas pu résoudre complètement. L'écart relatif moyen seau-augets sur les 64 postes est évidemment excellent puisqu'il est égal à 2,8%.

Tableau 7: Périodes de fonctionnement des 75 pluviographes (71 sites) installés en 1994.

EPSAT-NIGER : Periodes de fonctionnement en 1994

Stations	Periodes de fonctionnement							
Nom	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.
Alkama	-	------	------	------	------	------	------	----
Banizoumbou	------	------	------	------	------	------	------	---
Banizoumbou sol	------	------	------	------	------	------	------	---
Bazanga Bangou		-----	----	----	---	----	------	---
Beri Koira	-	------	------	------	------	------	------	---
Berkiawal	-	------	------	-- -	------	------	------	----
Bololadie	-	------	------	------	------	------	------	-----
Boubon Golf		------	------	------	------	------	------	---
Brousse Tigree		----	------	------	------	------	------	--
Chef de Village			----	------	------	------	------	---
Darey		-	------	------	------	------	------	----
Debere Gati	-	------	------	------	------	------	------	-----
Debere Gati sol	-	------	------	--	---- -	---	----	- ---
Fandou Beri	------	------	------	------	------	------	------	---
Gamonzon		------	------	------	------	------	------	----
Gardana Kouara	--	------	------	------	------	------	------	---
Gorou Goussa	--	------	------	------	------	------	------	---
Gorou Goussa sol	--	------	------	-- ---	-- -	-- ---	------	--
Guilahel	-	--- --	---- -	------	------	------	------	-----
Harikanassou		------	------	------	---- -	------	------	----
IH Jachere.hapex1	-	------	------	------	------	------	------	-----
IH Mil	------	------	------	---	------	------	------	-----
Niamey IRI	------	------	------	------	------	------	------	----
Kaligorou	-	------	------	------	- --	------	------	----
Kare	-	--- --	------	------	------	------	------	-----
Kobong 301		---	------	------	---	--	------	---
Kobong 302		---	------	------	---	---	------	---
Kobong 303		---	------	------	---	---	- -	---
Kobong 304		---	------	------	------	------	------	---
Kobong 305		---	------	------	------	------	------	---
Kobong 306		---	------	------	------	------	------	---
Kobong 307		---	------	------	------	------	------	---
Kobong 308		---	------	----	------	------	------	---
Kobong 309		---	------	------	------	------	------	---
Kobong 310		--	------	------	------	------	------	---
Kobong 311		--	------	------	--- -	------	------	---
Kobong 312		--	------	------	------	------	------	---
Kobong 313		-	------	------	------	------	------	---
Kobong 314		--	------	------	------	------	------	---
Kobong 315		--	------	------	--- -	------	------	---
Kobong 316		--	------	------	------	--	----	---
Kobong 317		--	------	------	------	------	------	---
Kobong 318		-		------	------	------	------	--

suite du tableau 7

Kobong 319		--	------	------	------	------	------	---
Kobong 320		--	------	------	------	------	--- -	- -
Kobong 321		--	------	------	------	------	------	---
Kobong 322		--	------	------	--- -	-----	------	---
Kobong 323		-	------	------	------	------	------	---
Kobong 324		-	------	------	------	------	------	--
Kobong 325			------	------	------	------	------	---
Kokorbe Fandou		------	------	------	------	------	------	---
Kollo	------	------	------	------	------	------	------	-----
Kollo sol	------	------	------	------	------	------	------	-----
Koure Kobade	-	------	------	------	------	------	------	----
Koure Sud	-	------	------	------	------	------	------	----
Koyria		------	------	------	------	------	------	---
Mali Djibo			----	------	------	------	------	---
Massi Koubou		------	------	------	------	------	------	---
Niamey Aeroport	------	------	------	------	------	------	------	----
Niamey ORSTOM	------	------	------	------	------	------	------	----
Samadey 1	-	------	------	------	------	------	------	-----
Samadey 2	-	------	------	------	------	------	------	-----
Samadey 3	-	------	------	------	------	------	------	-----
Samadey 4	-	------	------	------	------	------	------	-----
Samadey 5	-	------	------	------	------	------	------	-----
SD Bagou				-----	------	------	------	-----
SD Jupe 1		----	------	------	------	------	------	--
SD Jupe 2		----	------	------	------	------	------	--
SD Rive Droite		----	------	------	------	------	------	-----
Sandideye		------	------	------	------	------	------	----
Tanaberi	--	------	------	------	------	-----	----	-----
Torodi		------	------	------	------	------	------	-----
Wankama	------	------	------	------	------	------	------	----
Wankama West			------	------	------	------	------	----
Yiladde	-	------	------	------	------	------	------	----

Tableau 8: Dérives de temps calculées pour chaque cartouche lors du dépouillement, rapportées à 100 jours de fonctionnement.

Station	Cart. 1	Cart. 2	Cart. 3	Cart. 4	Cart. 5	Cart. 6	Cart. 7	Cart. 8
Alkama	27	27	27	26				
Banizoumbou	29	29	29	29	29			
Banizoumbou sol	30	35	29	29	29			
Bazanga Bangou		6	6		0	-1		
Beri Koira	24	24	24	24	24	22		
Berkiawel	24	24	24	24	24	24		
Bololadie	30	30	30	30	29	29		
Boubon Golf	26	26	27	26	26			
Brousse Tigree	12	10	10	10	10			
Chef de Village	7	6	7	7				
Darey	52	49	49	49	49	49	49	
Debere Gati	10	10	10	10	10			
Debere Gati sol	33	32	33	33	33	32	32	
Fandou Beri	7	7	9	9	7			
Gamonzon	29	30	29	29	30			
Gardana Kouara	10	10	10	10	10			
Gorou Goussa	16	16	16	16	16	16	16	
Gorou Goussa sol	12	12		0	-4	-1	0	0
Guilahel			27	27	22	27		
Harikanassou	12	12	12	10	13			
IH Jachere hapex1	46	49	48	48	48	48		
IH Mil	9	7		9	7	9		
Kaligorou	30	29	29	29	29			
Kare		6	7	7	6			
Kokorbe Fandou	12	12	12	12	12			
Kollo	-1	-1	-1	-1	-1	-1		
Kollo sol	14	14	14	14	14			
Koure Kobade	13	16	12	14				
Koure Sud	12	13	12	10	12			
Koyria	10	10	10	12	10			
Mali Djibo	6	7	6	6				
Massi Koubou	29	29	29	29	29	29		
Niamey Aeroport	-1	0	0	0	0	0		
Niamey IRI	4	4	4	4	4			
Niamey ORSTOM	27	27	27	27	27	27	27	
Sandideye	29	29	29	29	30			
Samadey 1	12	14	13	14	14	14	14	13
Samadey 2	10	13	13	13	13	13	13	12
Samadey 3	4	7	6	6	-1	7	6	6
Samadey 4	39		35	36	36	35	35	33
Samadey 5	24	27	26	26	26	26	26	26
SD Bagou	6	6	6	7		7	6	6
SD Jupe 1	10	10	16	10	10	13	12	13
SD Jupe 2	13	23	23	23	23	26	23	29
SD Rive Droite	4	12	10	10		6	13	13
Tanaberi	0	0	0	0	0		-1	
Torodi	32	32	32	32	32	32		
Wankama	12	12	12	12	12	12		
Wankama Ouest	10	10	10	10	10			
Yillade	26	26	27	26	27			

suite du tableau 8

Kobong 301	29	29				29	
Kobong 302	27	27			0	0	
Kobong 303	27	27			29		
Kobong 304	30	30	0	0	-1		
Kobong 305	23	23	23	23	23		
Kobong 306	48	49	-1	-1	-1		
Kobong 307	27	27	29	29			
Kobong 308	27		27	27	27		
Kobong 309	30	30	7	7	7		
Kobong 310	30	30	6	6	6		
Kobong 311	10	-4		-3	-4		
Kobong 312	24	24	24	24	24		
Kobong 313	27	27	27	27	27		
Kobong 314	0	0	0	0	0		
Kobong 315	-1	-1		27	26		
Kobong 316		7	7	7	7		
Kobong 317	24	24	24	24	24		
Kobong 318			23	6	6	6	6
Kobong 319	30	30	7	7	7		
Kobong 320	30	30	0		-1	-1	0
Kobong 321	27	27	27	27	27		
Kobong 322	27	27			30	27	27
Kobong 323	10	7	7	7	7		
Kobong 324	49	29	27	6	6		
Kobong 325		10	10	10	10		

Tableau 9: comparaison des valeurs totales de la saison (mm), seau et augets.
delta = (augets - seau)/seau, en pour cent.

Station	n°Epsat	période de comparaison		cumul auget	cumul seau	delta %
Alkama	43	23/03	21/10	651,5	622,7	4,6
Banizoumbou	11	01/01	20/10	662,5	689,1	-3,9
Banizoumbou sol	911	01/01	20/10	695,0	673,9	3,1
Beri Koira	21	21/03	20/10	511,0	498,9	2,4
Berkiawel	28	23/06*	21/10	465,5	474,7	-1,9
Bololadie	84	25/03	26/10	723,5	720,4	0,4
Boubon Golf	85	28/03	19/10	545,5	529,2	3,1
Brousse Tigree	401	07/04	12/10	672,0	644,4	4,3
Chef de Village	268	10/05	20/10	609,5	593,7	2,7
Darey	18	22/04	21/10	525,0	526,8	-0,3
Debere Gati	25	25/03	26/10	817,0	813,8	0,4
Fandou Beri	9	01/01	20/10	697,0	660,4	5,5
Gamonzon	34	29/03	25/10	651,0	634,2	2,6
Gardana Kouara	50	17/03	19/10	605,0	582,7	3,8
Gorou Goussa	80	17/03	19/10	522,5	497,5	5,0
Guilahel	49	1/06*	26/10	780,0	772,3	1,0
Harikanassou	41	23/07*	25/10	426,0	424,5	0,4
IH Jachere	105	24/03	26/10	643,5	650,0	-1,0
IH Mil	106	15/06*	26/10	635,0	630,7	0,7
Kaligorou	61	20/07*	21/10	576,0	598,5	-3,8
Kare	29	21/04*	26/10	849,5	831,4	2,2
Kokorbe Fandou	73	31/03	20/10	660,5	674,2	-2,0
Kollo	54	01/01	27/10	670,0	663,7	0,9
Kollo sol	954	01/01	27/10	721,5	682,4	5,7
Koure Kobade	26	22/03	24/10	765,0	748,4	2,2
Koure Sud	51	22/03	24/10	768,0	785,1	-2,2
Koyria	82	28/03	19/10	632,5	613,7	3,1
Mali Djibo	269	10/05	20/10	736,5	706,0	4,3
Massi Koubou	78	30/03	20/10	659,0	641,6	2,7
Niamey Aeroport	94	01/01	25/10	687,0	656,8	4,6
Niamey IRI	83	01/01	25/10	695,0	686,3	1,3
Niamey ORSTOM	70	01/01	24/10	682,5	675,5	1,0
Samadey 1	404	22/03	26/10	573,0	566,3	1,2
Samadey 2	405	22/03	26/10	645,5	613,0	5,3
Samadey 3	406	23/03	26/10	648,5	572,0	13,4
Samadey 4	407	23/03	26/10	613,0	605,2	1,3
Samadey 5	408	24/03	26/10	612,0	599,0	2,2
SD Bagou	410	02/06	26/10	597,0	601,2	-0,7
SD Jupe 1	402	06/04	12/10	662,0	648,7	2,1
SD Jupe 2	403	06/04	12/10	679,5	646,1	5,2
SD Rive Droite	409	07/04	26/10	735,5	715,5	2,8
Sandideye	57	29/03	25/10	715,0	714,7	0,0
Torodi	86	30/03	26/10	874,0	862,8	1,3
Wankama	116	01/01	21/10	613,5	645,3	-4,9
Wankama Ouest	267	26/04	21/10	595,0	581,7	2,3
Yillade	35	22/03	24/10	746,0	789,6	-5,5

suite du tableau 9

Kobong 304	304	14/04	17/10	619,0	611,3	1,3
Kobong 305	305	15/04	18/10	622,0	613,2	1,4
Kobong 306	306	15/04	17/10	639,0	619,8	3,1
Kobong 307	307	15/04	18/10	618,0	569,0	8,6
Kobong 308	308	10/06*	17/10	573,0	555,8	3,1
Kobong 309	309	15/04	18/10	614,0	614,6	-0,1
Kobong 310	310	18/04	17/10	621,0	599,5	3,6
Kobong 312	312	18/04	18/10	579,0	574,5	0,8
Kobong 313	313	1/05*	17/10	593,0	582,2	1,9
Kobong 314	314	19/04	18/10	649,0	642,3	1,0
Kobong 317	317	19/04	18/10	635,5	614,8	3,4
Kobong 318	318	27/05*	30/09	537,5	551,0	-2,5
Kobong 319	319	20/04	18/10	610,5	588,2	3,8
Kobong 320	320	20/04	15/09	603,0	586,8	2,8
Kobong 321	321	20/04	18/10	624,5	608,0	2,7
Kobong 323	323	21/04	18/10	610,0	590,9	3,2
Kobong 324	324	21/04	18/10	568,5	569,0	-0,1
Kobong 325	325	01/05*	18/10	597,5	573,9	4,1

* prise en compte de la période sans lacune

3

ANALYSE PRELIMINAIRE DE LA STRUCTURE DES CHAMPS PLUVIOMETRIQUES

3.1 Cumuls saisonniers

Sur la période de référence 15 avril-15 octobre, les 46 cumuls saisonniers (réseau sans le site de kobong) se répartissent selon une loi normale de moyenne 654,7 mm et d'écart-type 90 mm (**figure 9**). La moyenne arithmétique reste proche de la moyenne krigée qui a comme valeur 663 mm.

Le variogramme des cumuls saisonniers (**figure 10**) bien que croissant n'est pas très représentatif d'un modèle particulier, on constate un premier palier pour une portée d'environ 25 km et un second palier vers 70 km.
On a essayé de caler le variogramme selon deux modèles différents :
- le modèle linéaire qui tient compte de cet accroissement avec la présence d'une pépite non nulle, 1600 mm^2 et d'une pente de 120,
- le modèle exponentiel qui tient compte du premier palier avec une pépite nulle, une portée de 15 km et un palier de 8000 mm^2, ce qui correspond à l'écart-type arithmétique de l'ensemble de la série spatiale.

La moyenne spatiale calculée sur le degré carré à partir de ces deux modèles donnent des valeurs peu différentes (662,7 mm pour le modèle exponentiel et 661,2 mm pour le modèle linéaire). La représentation des isohyètes pour les deux modèles (**figure 11**) rend compte de façon identique des caractéristiques locales, gradient nord-sud fort prononcé, et présence de 3 zones un peu déficitaires au nord. Le modèle linéaire permet un lissage un peu plus important des hysohyètes.

Le gradient nord-sud étant bien marqué, on a essayé d'améliorer le variogramme expérimental en travaillant sur les résidus à la dérive climatologique. On a tout d'abord estimé ce gradient à partir du calcul de la moyenne krigée sur des bandes est-ouest (**figure 12**) de différentes largeurs.

Ce gradient est parfaitement visualisé pour les différentes largeurs de bandes et est parfaitement linéaire au sud du degré carré. La décroissance calculée à partir des bandes de 0,2° de large donne une valeur d'environ 2,1 mm/km, ce qui est le double du gradient enregistré à l'échelle du Niger.

On a calculé en tout point un résidu à cette dérive selon la formule :

$$e_i = z_i - M(x_i,y_i)$$

où e_i est le résidu à la station i, z_i le cumul saisonnier mesuré à cette station et $M(x_i,y_i)$ est la dérive estimée par la relation obtenue précédemment :

$$M(x_i,y_i) = 766 - 2{,}07y_i$$

x_i et y_i sont les coordonnées en km dans le repère d'origine (2°E, 13°N).

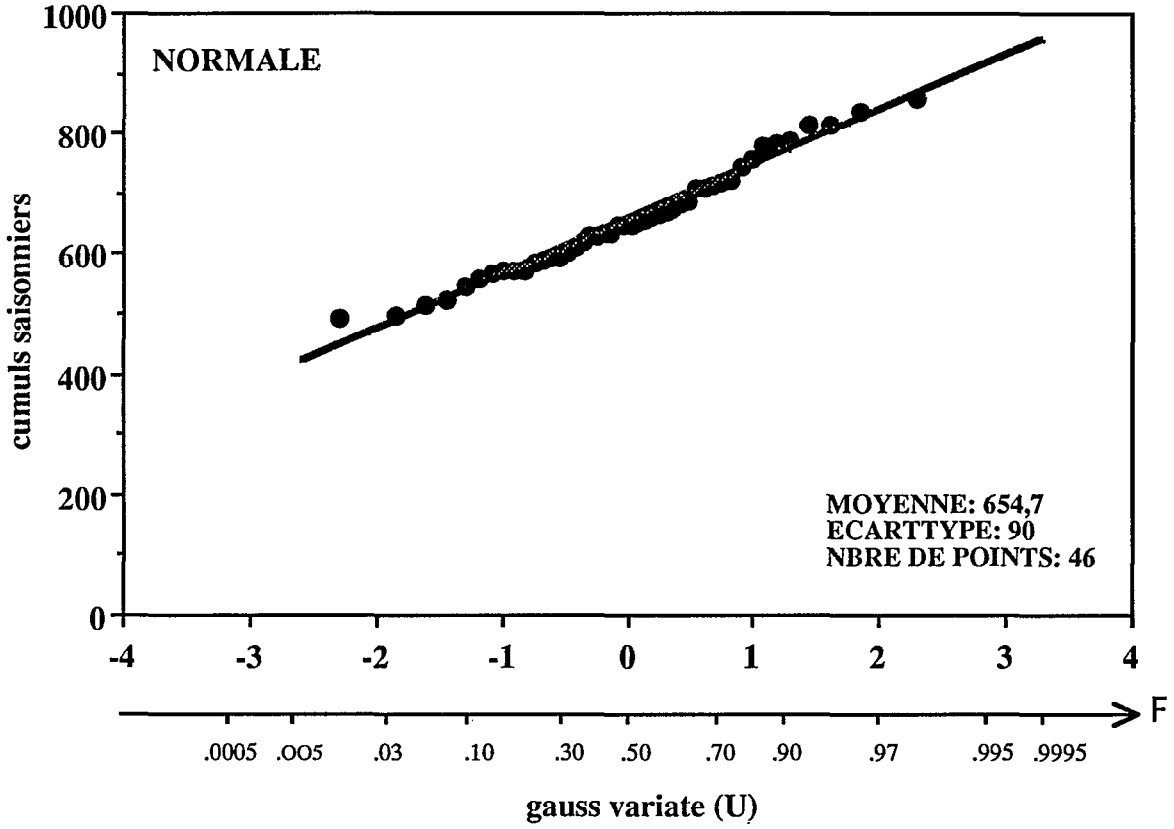


Figure 9: Ajustement d'une loi normale aux 46 cumuls seau de la période 15 avril-15 octobre.

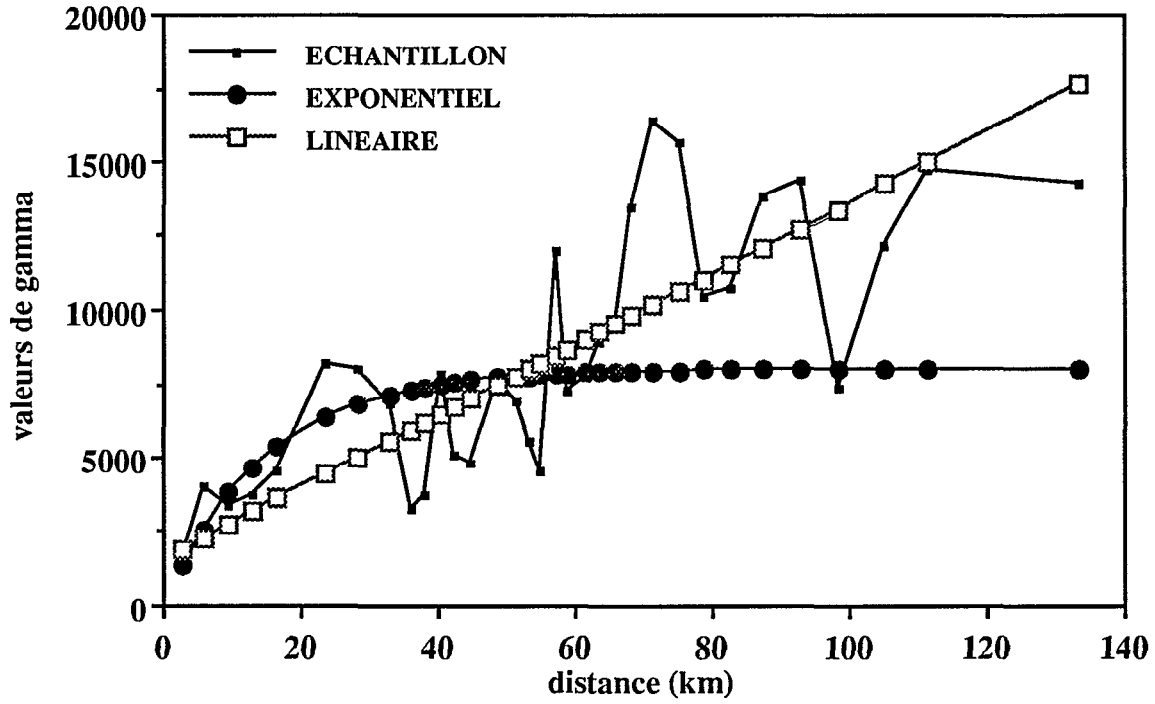


Figure 10: Structure des cumuls (15 avril-15 octobre). Variogramme des valeurs brutes et essai d'ajustement de différents modèles.

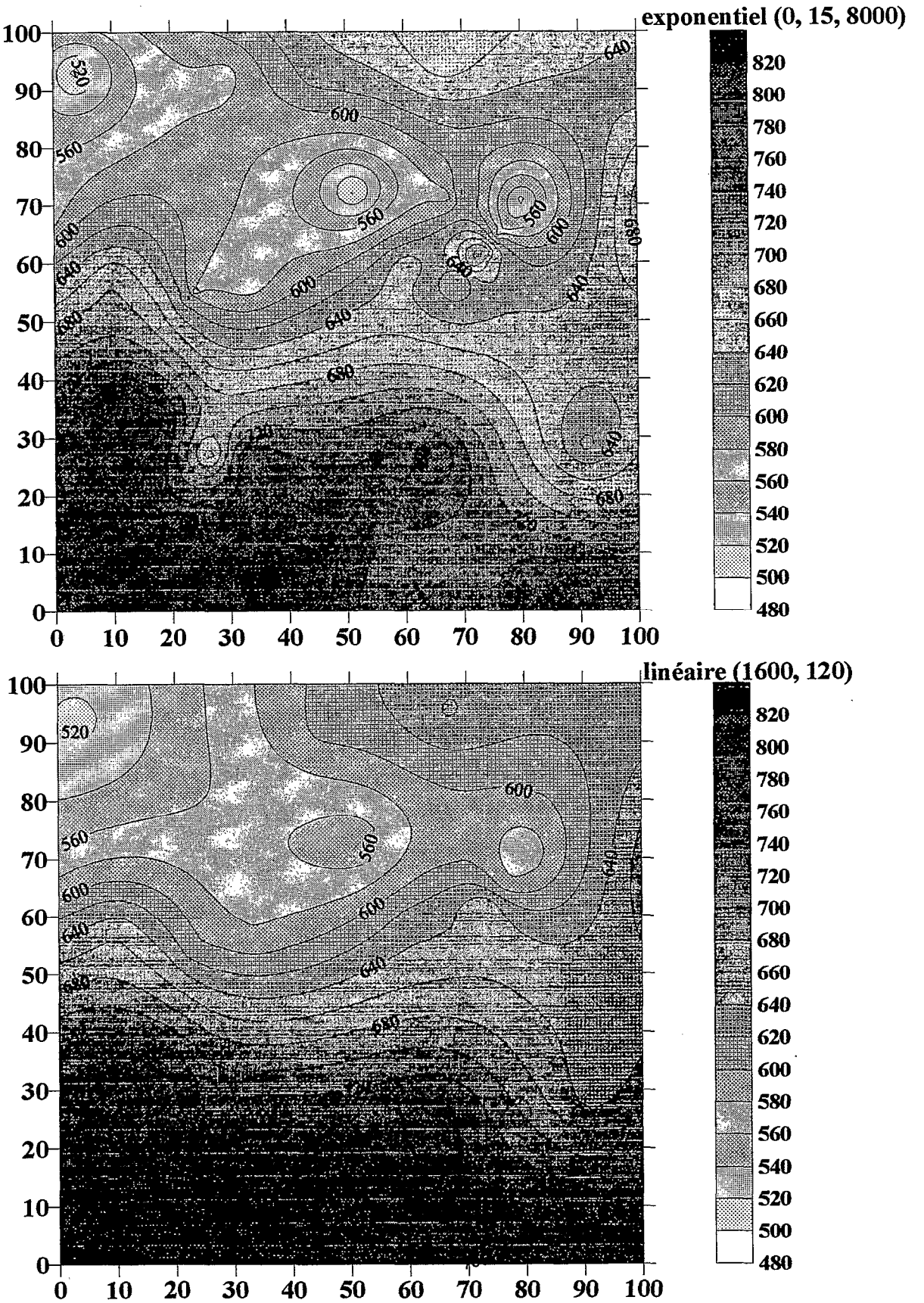


Figure 11: Isohyètes de la saison 1994 sur le degré carré. Comparaison du modèle exponentiel et linéaire.

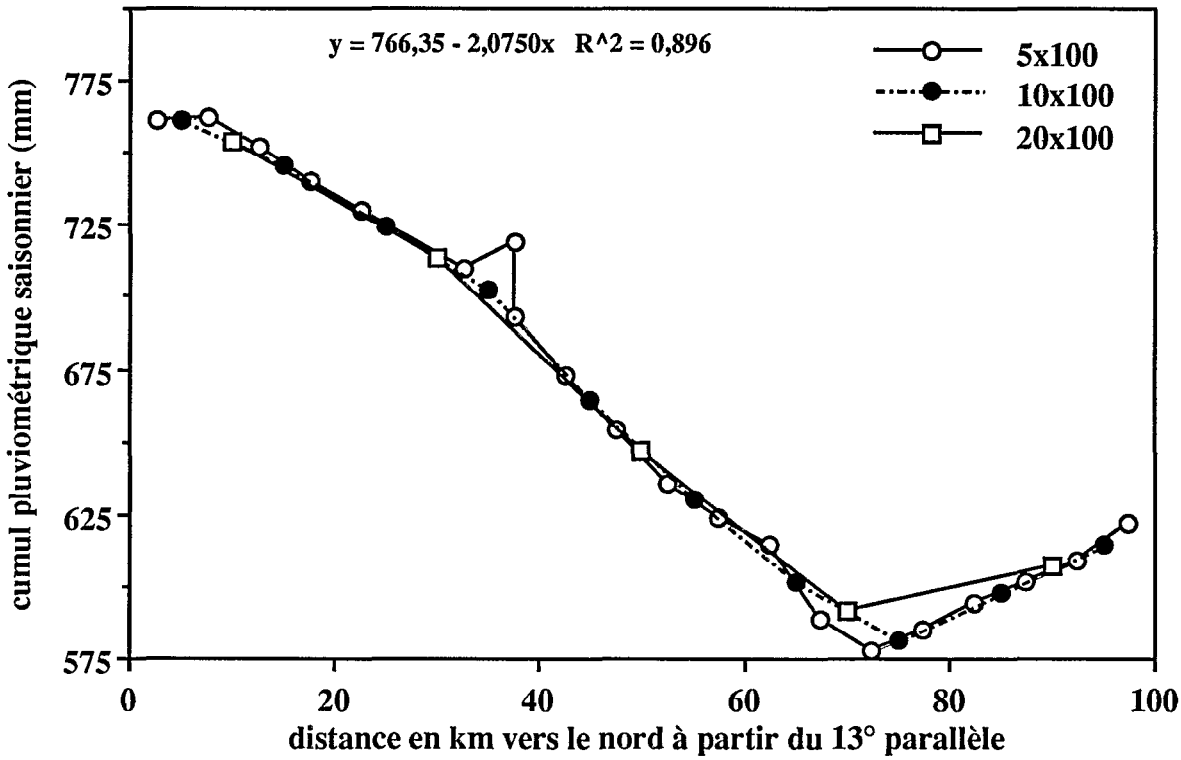


Figure 12: Moyenne des cumuls (15 avril - 15 octobre) calculées par krigeage sur des bandes latitudinales de différentes largeurs.

Le variogramme des résidus (**figure 13a**) présente un unique palier mettant ainsi en évidence la présence d'une dérive climatologique sur les valeurs brutes. Le modèle d'ajustement peut être représenté par un variogramme de type exponentiel qui a objectivement la même portée que le variogramme brut ce qui n'apporte donc pas d'amélioration dans l'interpolation spatiale. A partir du variogramme des résidus on peut tracer la carte spatiale des résidus à la dérive (**figure 13b**) qui permet de mettre en évidence les zones déficitaires ou excédentaires compte tenu du gradient climatologique.

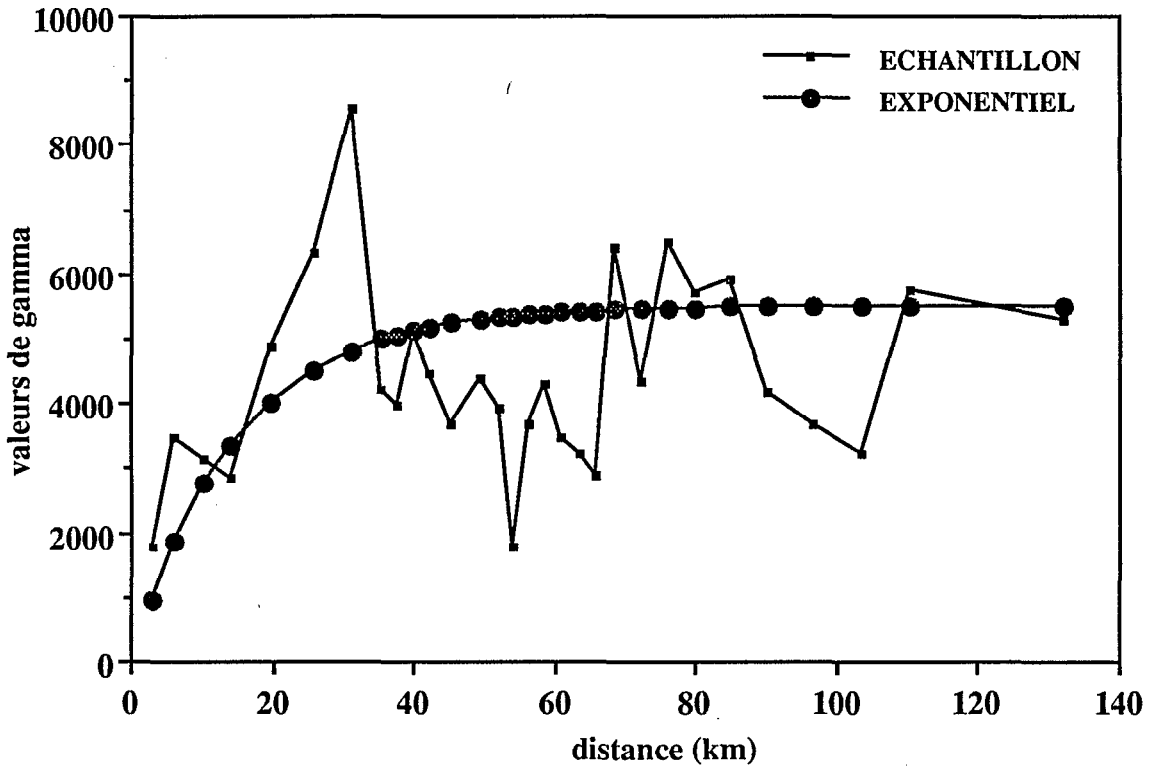


Figure 13a: Structure des cumuls (15 avril - 15 octobre). Variogramme des résidus à la dérive M(x,y) = 766 - 2,07y.

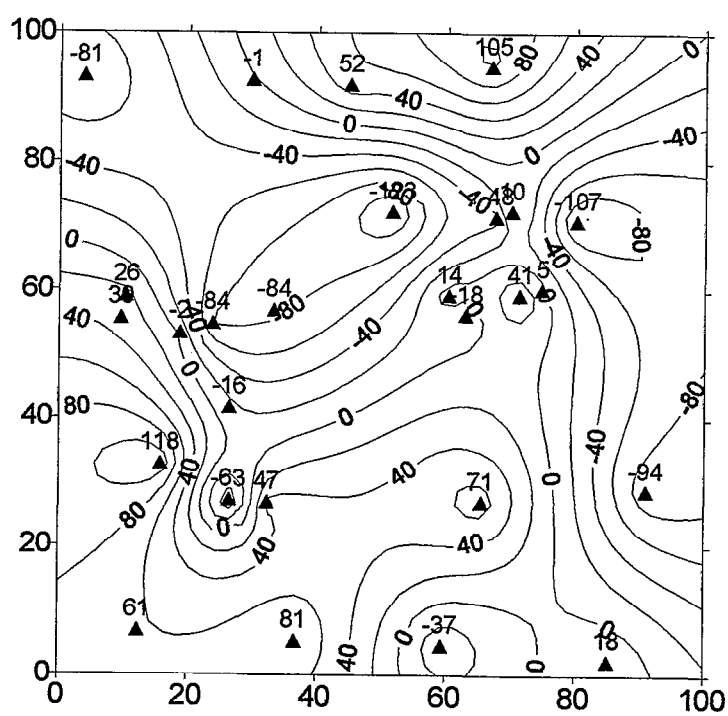


Figure 13b: Carte des isohyètes des résidus e(x,y) au plan de dérive.

Pour vérifier la qualité de la modélisation des champs saisonniers, on a comparé par validation croisée différents modèles d'interpolation du champ saisonnier. On peut, à partir d'un échantillon comprenant la moitié des valeurs aux stations, reconstituer un autre échantillon constitué de l'autre moitié des valeurs. Les deux échantillons étant choisis sur la base d'un réseau homogène couvrant toute la zone d'étude. On prend comme critère à minimiser la somme du carré des écarts entre valeurs mesurées et valeurs reconstituées. Les deux sous-échantillons sont ensuite inversés. La procédure s'effectue en comparant plusieurs modèles d'interpolation avec ou sans dérive.

En premier lieu, on a divisé en deux l'échantillon des 46 totaux saisonniers couvrant toute la zone d'étude (seule une station du site de Kobong est conservée). Les résultats figurant au **tableau 10** montrent que les différents interpolateurs reconstituent de façon identique sauf pour l'interpolateur spline et les plans moyens constants, qui reconstituent le moins bien les valeurs. Il semble cependant que les interpolateurs à dérive linéaire ou à krigeage des résidus sont un peu meilleurs. On peut noter que pour une dérive linéaire les variogrammes sphériques quel que soit un des deux paliers choisi donne une meilleure interpolation. Il reste néanmoins vrai que le simple calcul d'une dérive climatologique en tout point permet une aussi bonne reconstitution que par les méthodes de krigeage.

Tableau 10: Comparaison des estimateurs de valeurs ponctuelles par reconstitution des 23 cumuls (15 avril - 15 octobre) d'un échantillon test à l'aide des 23 valeurs restantes (zone du degré carré). Moyenne des valeurs mesurées de l'échantillon test : 653,0 mm; écart-type : 94,5 mm. Moyenne des valeurs de l'échantillon servant à la reconstitution : 656,5 mm ; écart-type 86,7 mm.
Z^*_i : valeur estimée. toutes les valeurs sont en mm.

Estimateur	Moyenne des $(Z_i-Z^*_i)^2$	Ecart-type des Z^*_i	Moyenne des Z^*_i
Krigeage des observations Z_i			
dérive nulle			
variog. exponentiel : pépite = 0 α = 15	74,0	44,7	658,8
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 25	76,9	52,1	660,0
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 70	76,4	62,2	663,0
variog. linéaire : pépite= 1600 portée=120	71,0	60,5	657,1
dérive linéaire			
variog. exponentiel : pépite = 0 α = 15	74,1	65,3	661,1
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 25	68,3	50,5	658,5
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 70	68,0	45,6	659,5
variog. linéaire : pépite= 1600 portée=120	71,9	63,5	657,0
fonction spline de type plaque mince	88,8	68,5	658,3
Krigeage des résidus e_i à la dérive climato.			
dérive : M(x,y) = 766 - 2,07y			
variog. exponentiel : pépite = 0 α = 15	72,0	27,8	655,8
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 25	68,8	33,6	654,7
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 70	76,5	62,2	663,0
variog. linéaire : pépite= 1600 portée=120	67,7	47,3	658,5
Plan moyen M(x,y) = 766 - 2,07y	68,3	50,5	658,5
Plan moyen M(x,y) = 653,0	86,7	0	653,0
Plan moyen M(x,y) = 656,5	86,7	0	656,5

Si l'on essaye de reconstituer les valeurs saisonnières sur une zone plus petite et plus dense (site central, **tableau 11**), à partir d'un échantillon de base de 17 totaux saisonniers, le krigeage à partir d'une dérive linéaire donne la meilleure interpolation. Par contre le krigeage à partir des résidus à la dérive climatologique n'est pas très bon ce qui semble assez normal à de telles échelles.

Tableau 11: Comparaison des estimateurs de valeurs ponctuelles par reconstitution des 8 cumuls (15 avril - 15 octobre) d'un échantillon test à l'aide des 9 valeurs restantes (zone du site central). Moyenne des valeurs mesurées de l'échantillon test : 625,1 mm; écart-type : 50,1 mm. Moyenne des valeurs de l'échantillon servant à la reconstitution : 610,1 mm ; écart-type 56,3 mm .
Z^*_i : valeur estimée. toutes les valeurs sont en mm.

Estimateur	Moyenne des $(Z_i-Z^*_i)^2$	Ecart-type des Z^*_i	Moyenne des Z^*_i
Krigeage des observations Z_i			
dérive nulle			
variog. exponentiel : pépite = 0 α = 15	44,6	41,9	627,3
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 25	42,8	45,5	626,3
variog. linéaire : pépite= 1600 portée=120	45,6	23,6	626,2
dérive linéaire			
variog. exponentiel : pépite = 0 α = 15	41,1	48,7	626,8
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 25	40,1	51,2	626,0
variog. linéaire : pépite= 1600 portée=120	40,6	35,3	625,1
fonction spline de type plaque mince	45,9	67,1	625,6
Krigeage des résidus e_i à la dérive climato.			
dérive : M(x,y) = 766 - 2,07y			
variog. exponentiel : pépite = 0 α = 15	58,0	10,0	631,0
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 25	57,3	6,0	630,8
variog. linéaire : pépite= 1600 portée=120	57,9	4,9	632,0
Plan moyen M(x,y) = 766 - 2,07y	54,6	50,5	658,5
Plan moyen M(x,y) = 625,1	58,2	0	625,1
Plan moyen M(x,y) = 610,1	56,2	0	610,1

Sur une zone encore plus petite, (km^2), on a essayé de reconstituer les valeurs saisonnières à partir d'un échantillon de base de 25 cumuls saisonniers (**tableau 12**). A cette échelle le variogramme obtenu sur l'ensemble de la zone ne suffit pas à définir la structure localement. Cependant, la caractérisation du variogramme a ce petit pas d'espace n'a pas permis de dégager une fonction modélisable nette, et il ne semble donc pas y avoir de fortes corrélation entre les stations. On remarque toutefois qu'un plan moyen constant ne donne pas de résultats plus mauvais que les autres méthodes d'interpolation.

Tableau 12: Comparaison des estimateurs de valeurs ponctuelles par reconstitution des 12 cumuls (15 avril - 15 octobre) d'un échantillon test à l'aide des 13 valeurs restantes (zone de Kobong). Moyenne des valeurs mesurées de l'échantillon test : 608,5 mm; écart-type : 17,0 mm. Moyenne des valeurs de l'échantillon servant à la reconstitution : 603,9 mm ; écart-type 20,7 mm.
Z^*_i : valeur estimée. toutes les valeurs sont en mm.

Estimateur	Moyenne des $(Z_i-Z^*_i)^2$	Ecart-type des Z^*_i	Moyenne des Z^*_i
Krigeage des observations Z_i			
dérive nulle			
variog. exponentiel : pépite = 0 α = 15	28,4	12,8	611,5
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 45	28,4	12,9	611,5
variog. linéaire : pépite= 1600 portée=120	21,6	1,2	608,7
dérive linéaire			
variog. exponentiel : pépite = 0 α = 15	30,1	15,1	611,5
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 45	30,1	15,1	611,5
variog. linéaire : pépite= 1600 portée=120	27,9	13,3	609,7
fonction spline de type plaque mince	21,1	21,1	610,4
Krigeage des résidus e_i à la dérive climato.			
dérive : M(x,y) = 766 - 2,07y			
variog. exponentiel : pépite = 0 α = 15	54,0	0,5	653,7
variog. sphérique : pépite = 0 portée = 45	54,0	0,5	653,7
variog. linéaire : pépite= 1600 portée=120	54,0	0,01	653,7
Plan moyen M(x,y) = 766 - 2,07y	53,9	0,7	653,7
Plan moyen M(x,y) = 608,5	21,6	0	608,5
Plan moyen M(x,y) = 603,9	29,7	0	603,5

3.2 Analyse par épisodes

55 épisodes majeurs ont été identifiés en 1994 selon les critères d'extension spatial et de continuité temporelle déjà définis précédemment (cf tableau 2). 1994 qui est l'année la plus pluvieuse est aussi l'année où le nombre d'épisodes majeurs est le plus grand, ceci corrobore les hypothèses déjà évoquées les années précédentes où le nombre d'épisodes majeurs ainsi que leur pourcentage dans le cumul total saisonnier semblent liés à l'importance de la pluviosité. Le nombre d'épisodes, dont le recouvrement est supérieur à 80 % des stations, atteint près des 2/3 des épisodes, chiffre que l'on retrouve pour les années pluvieuses 1991 et 1992 contrairement aux années déficitaires 1990 et 1993. L'histogramme des cumuls par épisode sur le degré carré (**figure 14**) permet de constater que plus de la moitié des épisodes (29) donne une lame d'eau inférieure à 5 mm. Ceux supérieurs à 5 mm sont essentiellement disposés au coeur de la saison des pluies entre début juillet et mi-septembre.

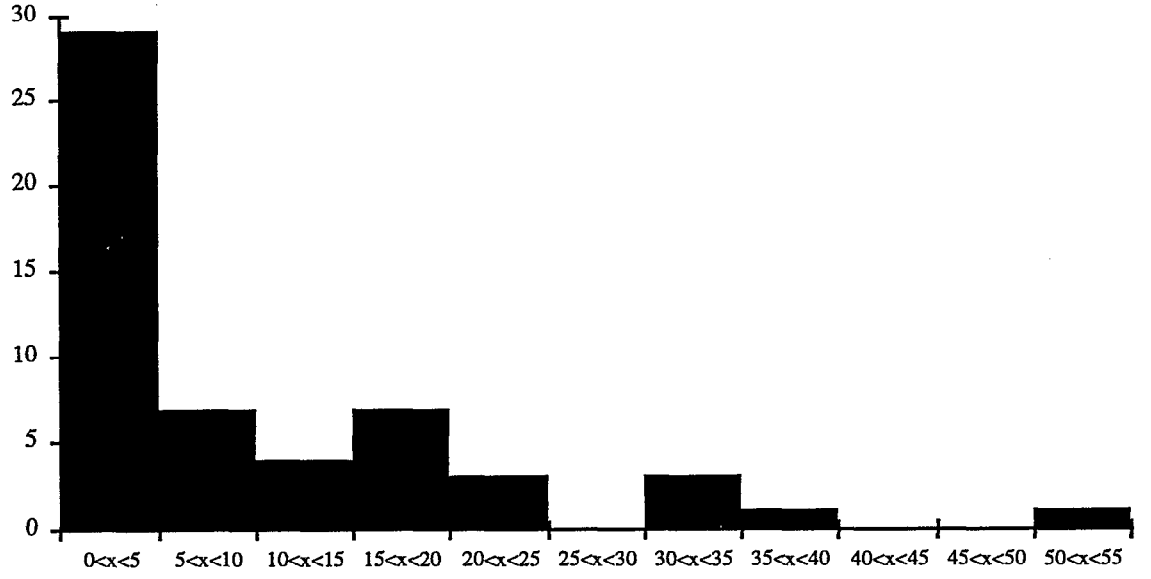


Figure 14: Histogramme du cumul des épisodes spatiaux majeurs.

L'histogramme de répartition de la durée des épisodes majeurs (**figure 15**) est nettement différent des années précédentes. Les faibles durées jusqu'à 3 heures représentent 45 % des averses pour environ 20 % pour les 4 autres années dont le centre de gravité se situe vers une durée de 5 à 6 heures. Les événements de longue durée (> 9 heures) sont au nombre de 3, du même ordre que pour les autres années (2 en 90, 3 en 91, 1 en 92, 1 en 93). La durée maximale enregistrée a été de 13 h 30 (épisode du 5 août).

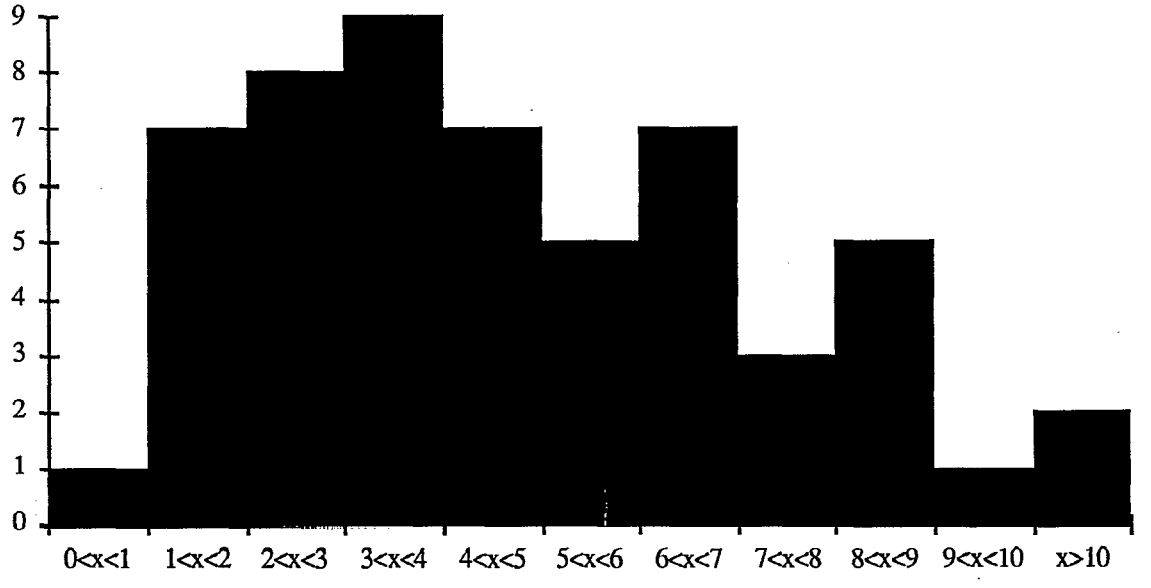


Figure 15: Histogramme de la durée des épisodes spatiaux majeurs.

Comme les années précédentes, les épisodes de grande extension spatiale (au-moins 80 % de stations touchées) représentent la plus grosse partie du cumul annuel (71 % - 472 mm). En 1994, ils sont au nombre de 30 (55 % des événements spatiaux), leur structure spatiale est bien définie et est représentée par un variogramme climatologique de type exponentiel identique à ceux obtenus les années précédentes, la portée différant légèrement (**figure 16**).

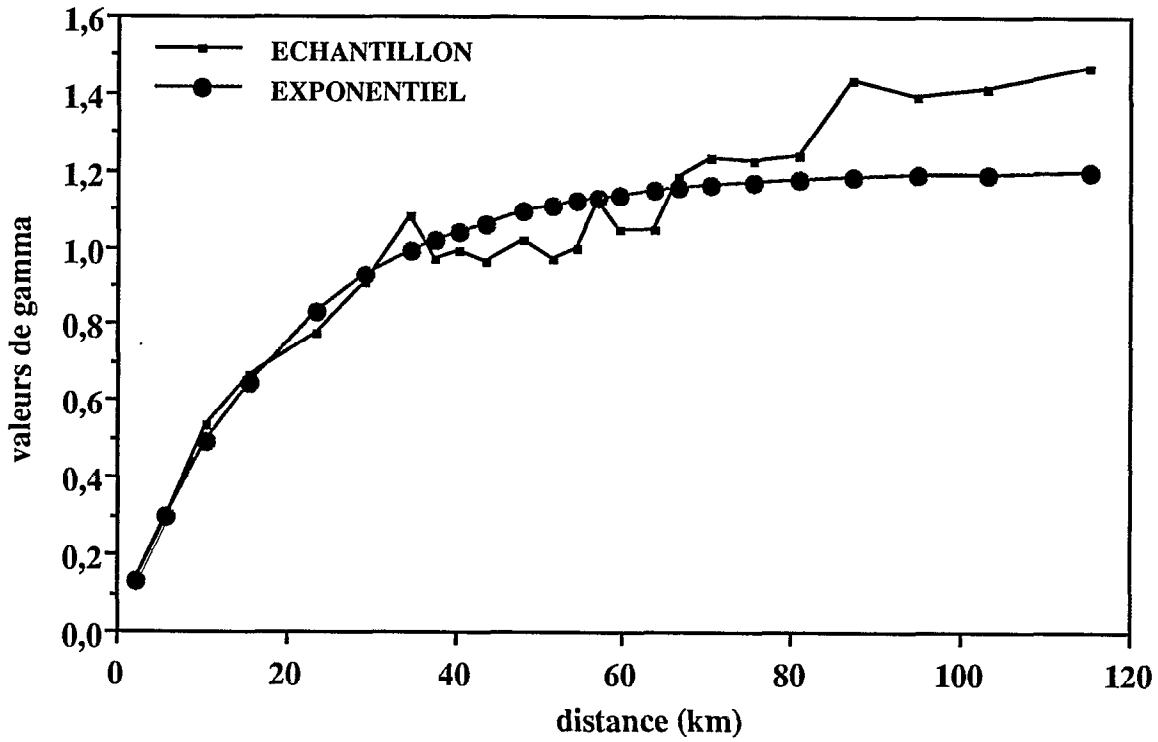


Figure 16: Variogramme climatologique des 30 épisodes de grande extension spatiale (au-moins 80% de stations en fonctionnement touchées) observés en 1994.

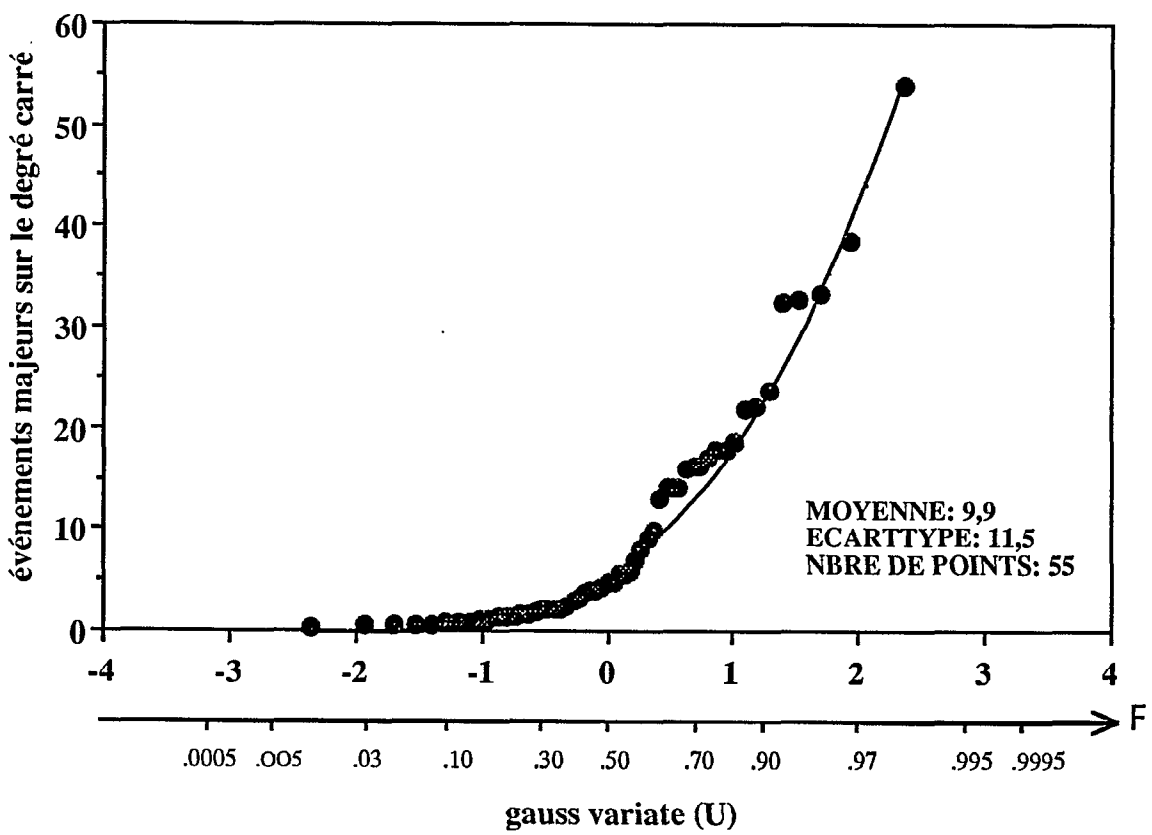


Figure 17: Distribution des cumuls des épisodes spatiaux majeurs.

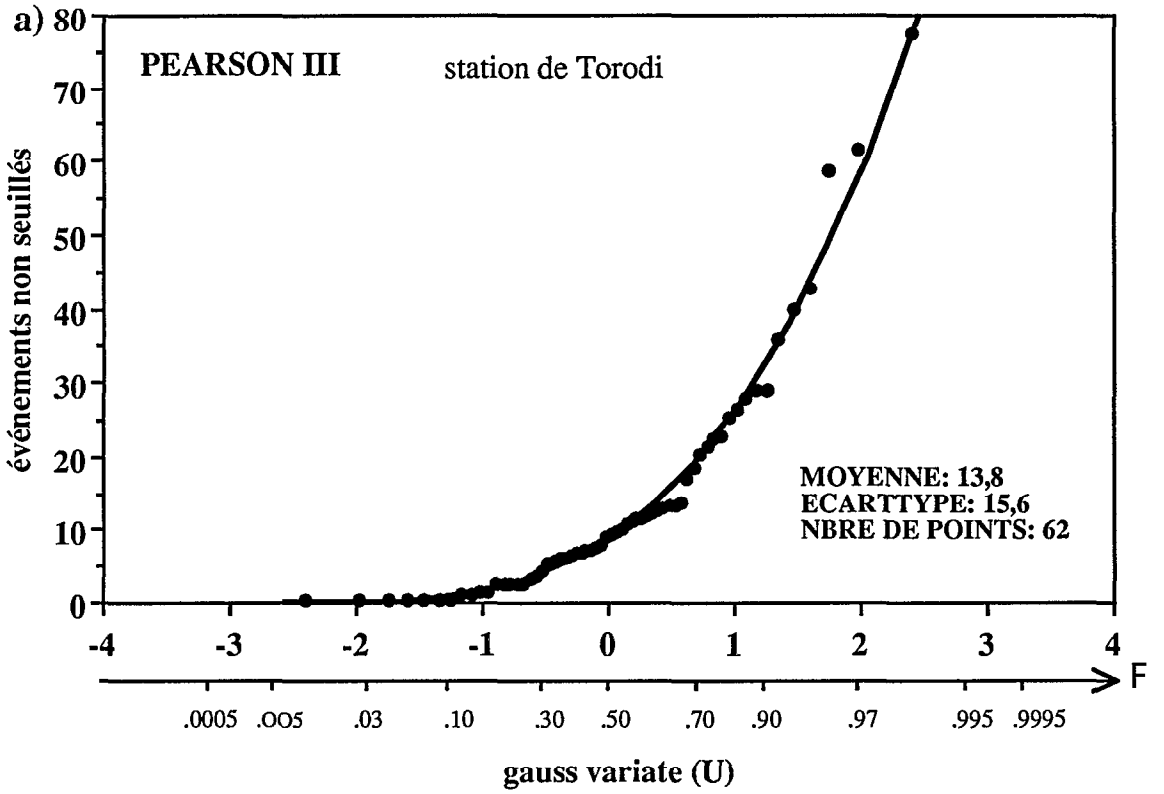
En ce qui concerne le déplacement des systèmes pluvieux, on constate que dans 28 épisodes, la première station touchée appartient à la bordure est dont 24 épisodes touchant les stations les plus à l'est (43, 61, 34, 57, 26). Quatre épisodes abordent la zone par le nord et 5 épisodes par le sud. Vingt deux épisodes ont une origine qui se situe à l'intérieur du degré carré dont dix au niveau du site central, mais seulement 10 de ces épisodes issue d'une convection localisée sur le degré carré se développeront en convection régionale.
La dernière station touchée se situe sur un des bords du degré carré dans 45 cas, dont 19 cas concernent la bordure ouest.

La distribution fréquentielle des lames d'eau sur le degré carré des 55 épisodes majeurs calculées par krigeage (**figure 17**) s'ajuste bien, comme toutes les années, par une loi de Pearson III à 2 paramètres, dont le paramètre de forme est de 0,77 et le paramètre d'échelle de 12,8 mm.
De même on peut s'intéresser non seulement à l'ajustement des cumuls des épisodes spatiaux mais aussi aux cumuls stationnels. Les cumuls des épisodes à une station que l'on peut en premier lieu assimiler aux cumuls journaliers s'ajustent aussi par une loi de type Pearson III à 2 paramètres dans la plupart des cas. Pour illustrer cela on a pris les stations où les cumuls saisonniers sont extrêmes, Torodi 62 jours de pluie sans seuillage pour un total de 856 mm et Gorou Goussa 53 jours de pluie sans seuillage pour 492 mm (**figure 18a,b**). Pour ces 2 stations le paramètre de forme est du même ordre de grandeur (0,69 pour Gorou Goussa et 0,85 pour Torodi) que pour les cumuls spatiaux contrairement aux années précédentes où l'ajustement stationnel montrait plus de dissymétrie par rapport aux cumuls spatiaux. Le paramètre d'échelle est de 13,3 mm pour Gorou Goussa et de 16,2 mm pour Torodi. Si, pour ces 2 stations, on impose un seuil supérieur ou égal à 1 mm, le nombre de pluie diminue respectivement, 55 et 41 pour Torodi et Gorou Goussa (moyenne par jour de pluie 15,5 mm et 12,3 mm), le paramètre de forme augmente (1,22 et 1,20) et le paramètre d'échelle diminue (12,9 et 10,0).

La relation entre cumul saisonnier et nombre d'événements réellement enregistrés selon le critère de temporalité (2 événements sont distincts si il y a un intervalle sans pluie d'au moins 30 mn) n'apparaît pas de façon particulièrement nette cette année par rapport aux années précédentes et cela même si on seuille le nombre d'événements par rapport à la quantité de pluie (tableau 13). La variabilité du cumul saisonnier sur les transect du nord et du sud reste importante mettant en évidence la variabilité des cumuls tant dans la direction du gradient climatologique que dans la direction latitudinale.

Tableau 13: Comparaison durant la saison 1994 sur 6 stations, du nombre d'événements selon un seuil pluviométrique et le cumul pluviométrique associé. Les cumuls représentent des valeurs augets. Les stations choisies font partie de 2 transects est-ouest au sud et au nord du degré carré dont la localisation est reportée sur la **figure 27**.

Stations	Alkama	Gardama	Gorou Goussa	Sandideye	Koure sud	Torodi
Nbre évts						
≥ 1 mm	60	51	52	72	72	66
≥ 10 mm	19	21	17	21	23	27
≥ 20 mm	12	10	9	9	12	15
≥ 30 mm	8	5	3	6	7	8
Cumul						
≥ 1 mm	636,5	590,5	506,0	697,0	751,5	859,0
≥ 10 mm	530,0	517,5	383,0	536,0	573,0	699,0
≥ 20 mm	433,0	366,0	272,0	359,5	431,5	546,0
≥ 30 mm	338,5	249,5	120,0	279,5	293,0	376,5



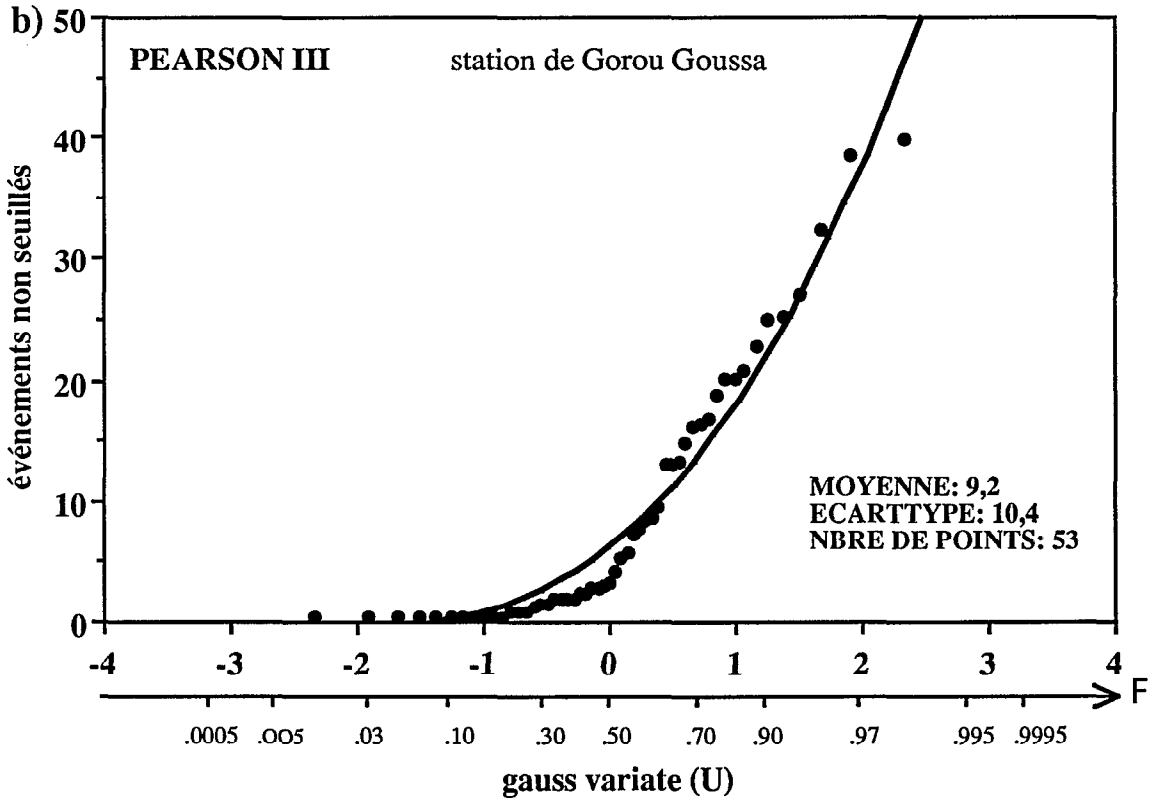


Figure 18: Distribution des cumuls pour la station de:
a) Torodi, station en 1994 où le cumul est maximal
b) Gorou Goussa, station en 1994 où le cumul est minimal.

En étendant ces résultats aux 38 stations sans lacune réparties régulièrement sur la zone d'étude, on constate que les corrélations entre le cumul total et le nombre d'événements à différents seuils ne sont effectivement pas très bonnes, r^2 de 0,22 à 0,47 (**figure 19, tableau 14**).

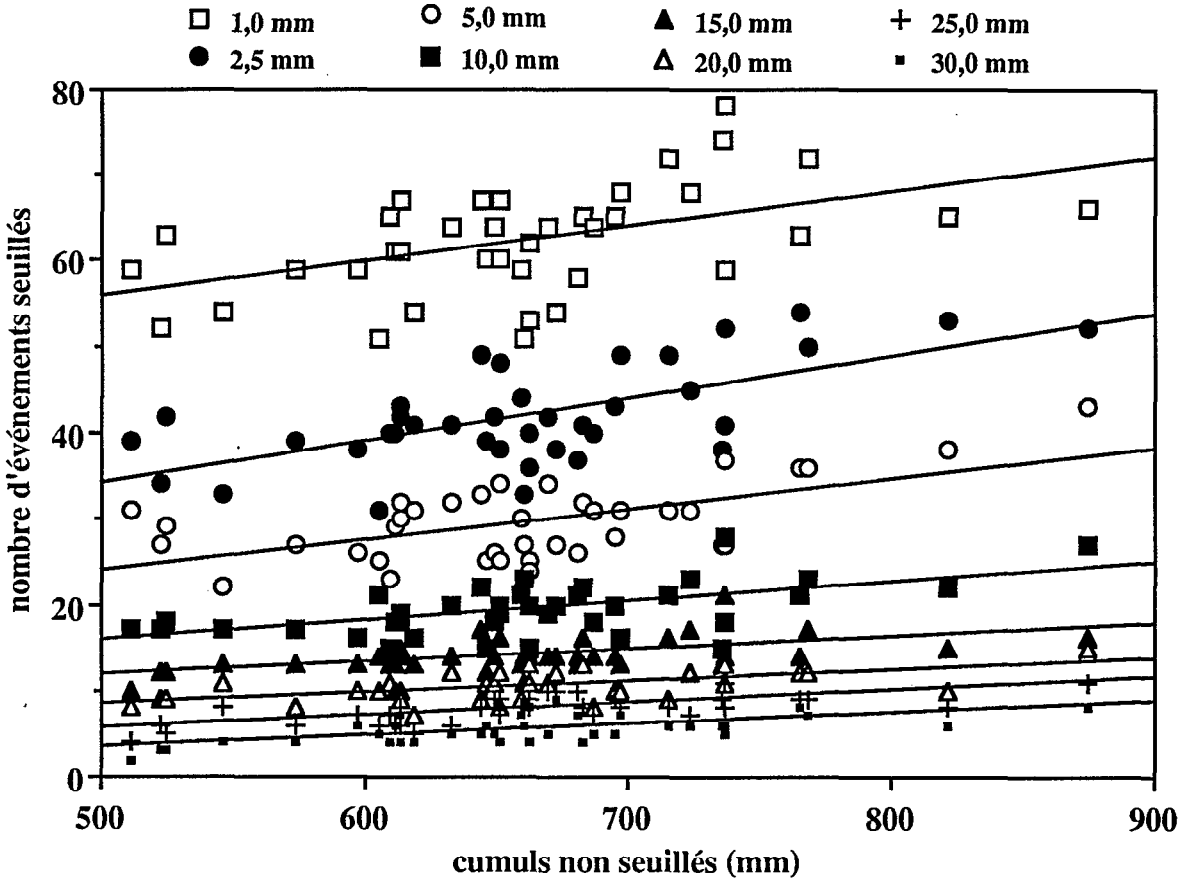


Figure 19: Corrélation entre le cumul à une station et son nombre d'événements en fonction d'un seuil pluviométrique.

Tableau 14: Coefficients de détermination de la relation nombre d'événements selon un seuil pluviométrique donné sur 34 stations en fonction de leur cumul saisonnier non seuillé.

1mm	y = 35,13 + 0,041x r^2 = 0,25	2,5mm	y = 9,78 + 0,049x r^2 = 0,42	5mm	y = 6,35 + 0,035x r^2 = 0,37
7,5mm	y = 0,38 + 0,034x r^2 = 0,47	10mm	y = 4,23 + 0,014x r^2 = 0,33	12,5mm	y = 3,23 + 0,020x r^2 = 0,37
15mm	y = 4,76 + 0,014x r^2 = 0,33	17,5mm	y = 3,48 + 0,013x r^2 = 0,43	20mm	y = 2,05 + 0,013x r^2 = 0,31
25mm	y = -1,72 + 0,014x r^2 = 0,47	30mm	y = -2,84 + 0,013x r^2 = 0,37	40mm	y = -1,41 + 0,007x r^2 = 0,22

Par contre si l'on compare le cumul avec le nombre d'événements relativement aux même seuil, la corrélation comme on peut s'y attendre s'améliore nettement pour les seuils élevés à partir de 17,5 mm, r^2 de 0,56 à 0,83. (**figure 20, tableau 15**).

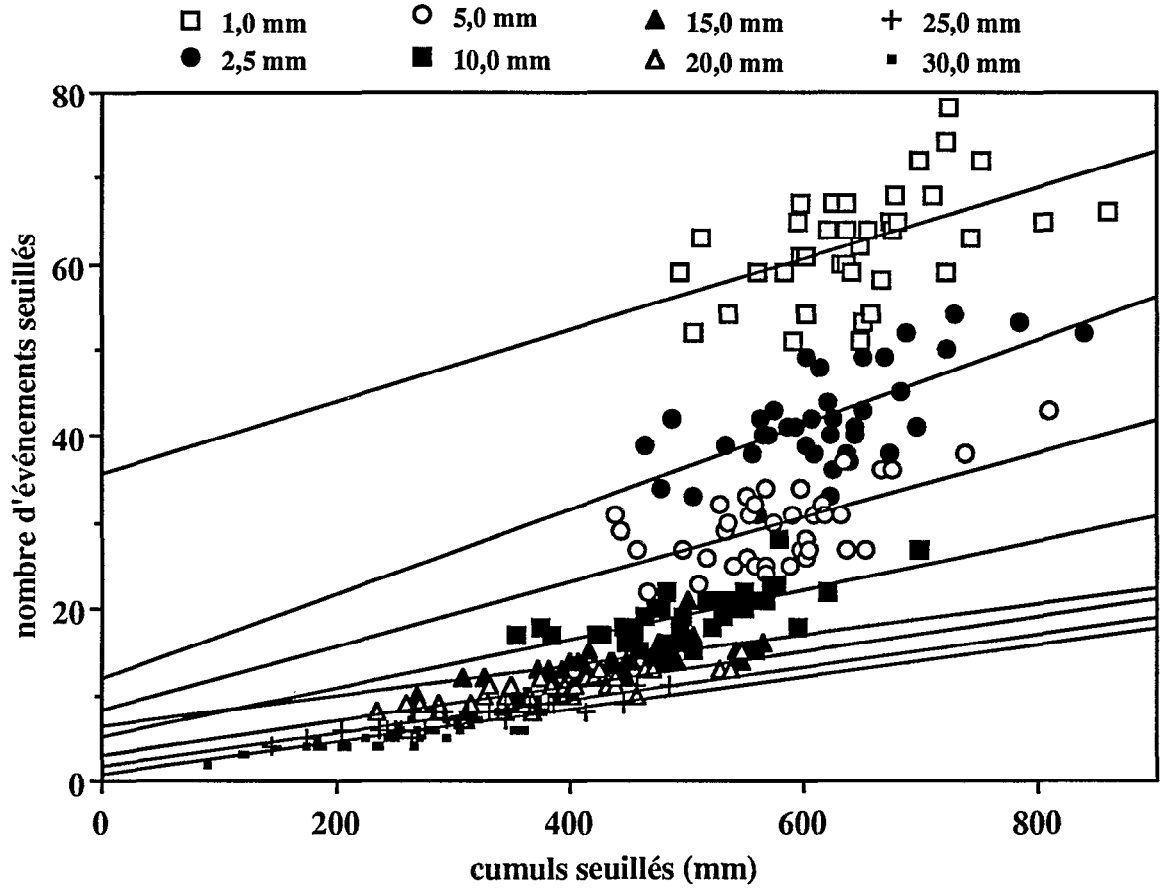


Figure 20: Corrélation entre le cumul seuillé à une station et son nombre d'événement à ce même seuil pluviométrique.

Tableau 15: Coefficients de détermination de la relation nombre d'événements selon un seuil pluviométrique donné sur 34 stations en fonction de leur cumul saisonnier à ce même seuil.

1mm	$y = 35,54 + 0,041x$ $r^2 = 0,25$	2,5mm	$y = 11,84 + 0,049x$ $r^2 = 0,43$	5mm	$y = 7,94 + 0,038x$ $r^2 = 0,38$
7,5mm	$y = 3,11 + 0,037x$ $r^2 = 0,54$	10mm	$y = 4,83 + 0,027x$ $r^2 = 0,43$	12,5mm	$y = 4,72 + 0,024x$ $r^2 = 0,43$
15mm	$y = 6,20 + 0,018x$ $r^2 = 0,36$	17,5mm	$y = 5,08 + 0,017x$ $r^2 = 0,56$	20mm	$y = 2,82 + 0,020x$ $r^2 = 0,71$
25mm	$y = 1,53 + 0,019x$ $r^2 = 0,78$	30mm	$y = 0,54 + 0,019x$ $r^2 = 0,75$	40mm	$y = 0,48 + 0,015x$ $r^2 = 0,83$

La relation entre le cumul total et le cumul seuillé est par contre comme chaque année parfaitement bien établie, **figure 21, tableau 16** (Taupin et al., 1993). Les pluies importantes définissent le cumul saisonnier. En effet, les pluies supérieures à 10 mm expliquent encore 87 % de la variance des cumuls saisonniers sur cet échantillon de 34 stations et représentent en moyenne 75 % du cumul saisonnier, valeur que l'on retrouve d'une année sur l'autre (**figure 22**). Par contre les années précédentes la pente de la corrélation entre cumul seuillé et non seuillé était toujours proche de 1 jusqu'au seuil de 20 mm ($r^2 \geq 0,83$), ce qui impliquait que la distribution des pluies, exprimée en proportion du cumul saisonnier était identique d'une station à l'autre. Cette année on n'observe pas cela, la

pente diminue au fur et à mesure que le seuil est plus grand. Ceci est peut-être lié au type particulier de systèmes pluvieux qui a touché la zone d'étude, constitués principalement par des épisodes de type pluies de mousson.

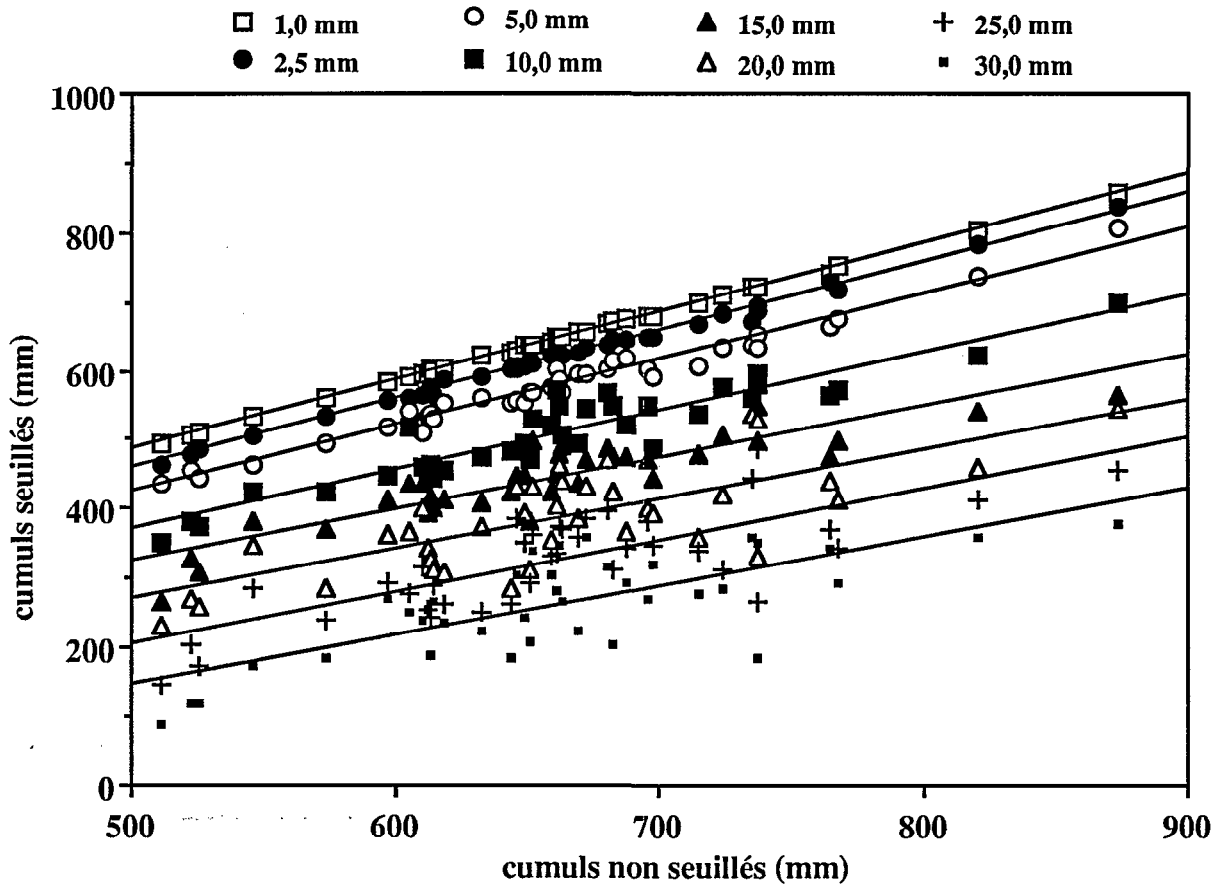


Figure 21: Corrélation entre le cumul seuillé à une station et son cumul total.

Tableau 16: Coefficients de détermination de la relation cumul saisonnier selon un seuil pluviométrique donné sur 34 stations en fonction de leur cumul saisonnier non seuillé.

1mm	y = -9,93 + 0,992x r^2 = 0,99	2,5mm	y = -42,05 + 0,999x r^2 = 0,99	5mm	y = -52,05 + 0,953x r^2 = 0,97
7,5mm	y = -90,25 + 0,952x r^2 = 0,92	10mm	y = -53,41 + 0,849x r^2 = 0,87	12,5mm	y = -63,65 + 0,815x r^2 = 0,85
15mm	y = -44,19 + 0,740x r^2 = 0,80	17,5mm	y = -63,398 + 0,721x r^2 = 0,68	20mm	y = -89,72 + 0,718x r^2 = 0,56
25mm	y = -170,27 + 0,746x r^2 = 0,61	30mm	y = -202,07 + 0,700x r^2 = 0,56	40mm	y = -156,66 + 0,515x r^2 = 0,32

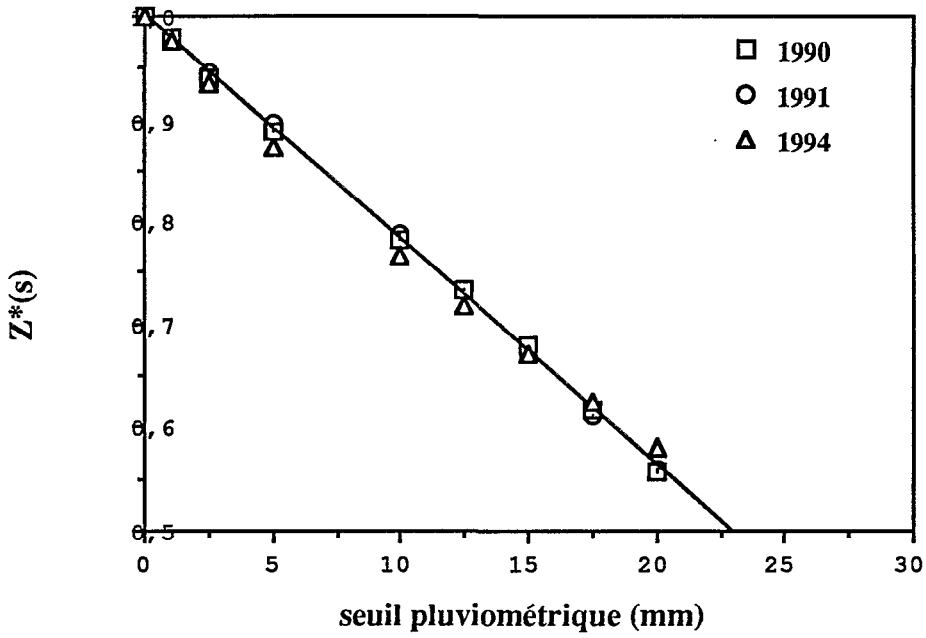


Figure 22: Répartition moyenne de Z*(s) = cumul seuillé / cumul total en fonction du seuil pluviométrique pour les années 1990, 1991 et 1994.

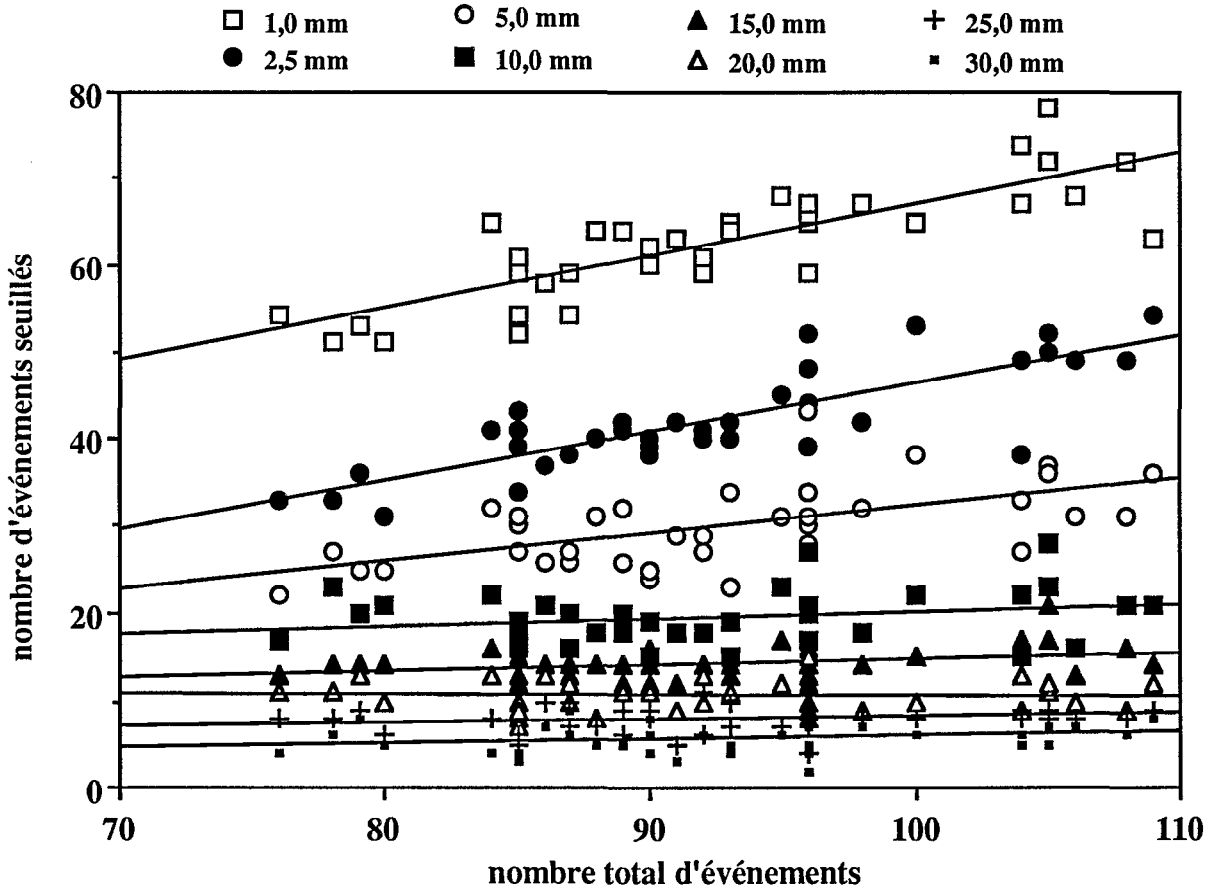


Figure 23: Corrélation entre le nombre d'événements seuillés à une station et son nombre d'événements total.

Le même type d'analyse effectué sur le nombre d'événements montre qu'il n'y a pas de relation significative aux seuils supérieurs à 2,5 mm (**figure 23, tableau 17**). A partir du seuil de 7,5 mm les faibles pentes observées impliquent que le nombre d'événements pour un seuil donné est pratiquement identique d'une station à l'autre quelque soit le nombre d'événements non seuillés. Par contre d'une année sur l'autre en moyenne la répartition des événements pour les différents seuils restent à peu près constante (**figure 24**).

Tableau 17: Coefficients de détermination de la relation nombre d'événements selon un seuil pluviométrique donné sur 34 stations en fonction du nombre total d'événement sur la saison.

1mm	$y = 6,89 + 0,600x$ $r^2 = 0,65$	2,5mm	$y = -9,29 + 0,555x$ $r^2 = 0,67$	5mm	$y = 0,66 + 0,314x$ $r^2 = 0,35$
7,5mm	$y = 9,94 + 0,142x$ $r^2 = 0,10$	10mm	$y = 11,69 + 0,083x$ $r^2 = 0,05$	12,5mm	$y = 9,71 + 0,072x$ $r^2 = 0,06$
15mm	$y = 7,51 + 0,072x$ $r^2 = 0,10$	17,5mm	$y = 10,05 + 0,023x$ $r^2 = 0,02$	20mm	$y = 10,99 - 0,004x$ $r^2 = 0,00$
25mm	$y = 4,37 + 0,037x$ $r^2 = 0,04$	30mm	$y = 1,52 + 0,043x$ $r^2 = 0,05$	40mm	$y = 2,25 + 0,011x$ $r^2 = 0,01$

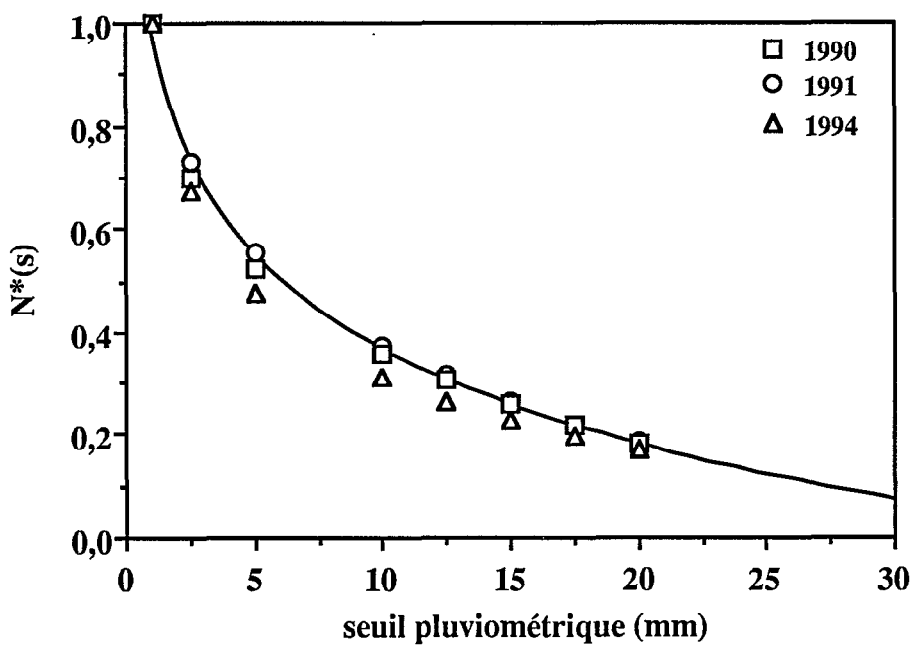


Figure 24: Répartion moyenne de N*(s) = nombre d'événements seuillés / nombre d'événements total en fonction du seuil pluviométrique pour les années 1990, 1991 et 1994.

La quantité de pluie tombée à une station est un facteur important en région sahelienne, mais s'est surtout sa répartition dans le temps et les intensités qui vont régir les problèmes de mise en culture, d'érosion, etc ... .
On a comparé le comportement de ces facteurs sur les deux stations où la pluviométrie a été minimale et maximale en 1994 (Gorou Goussa et Torodi).

La comparaison de la répartition des pluies normées (**figure 25a,b**), montre que pour Gorou Goussa le déficit s'explique d'une part par un nombre d'événements moindre mais aussi par un retard important des premières précipitations, retard d'environ 1 mois par rapport à Torodi.

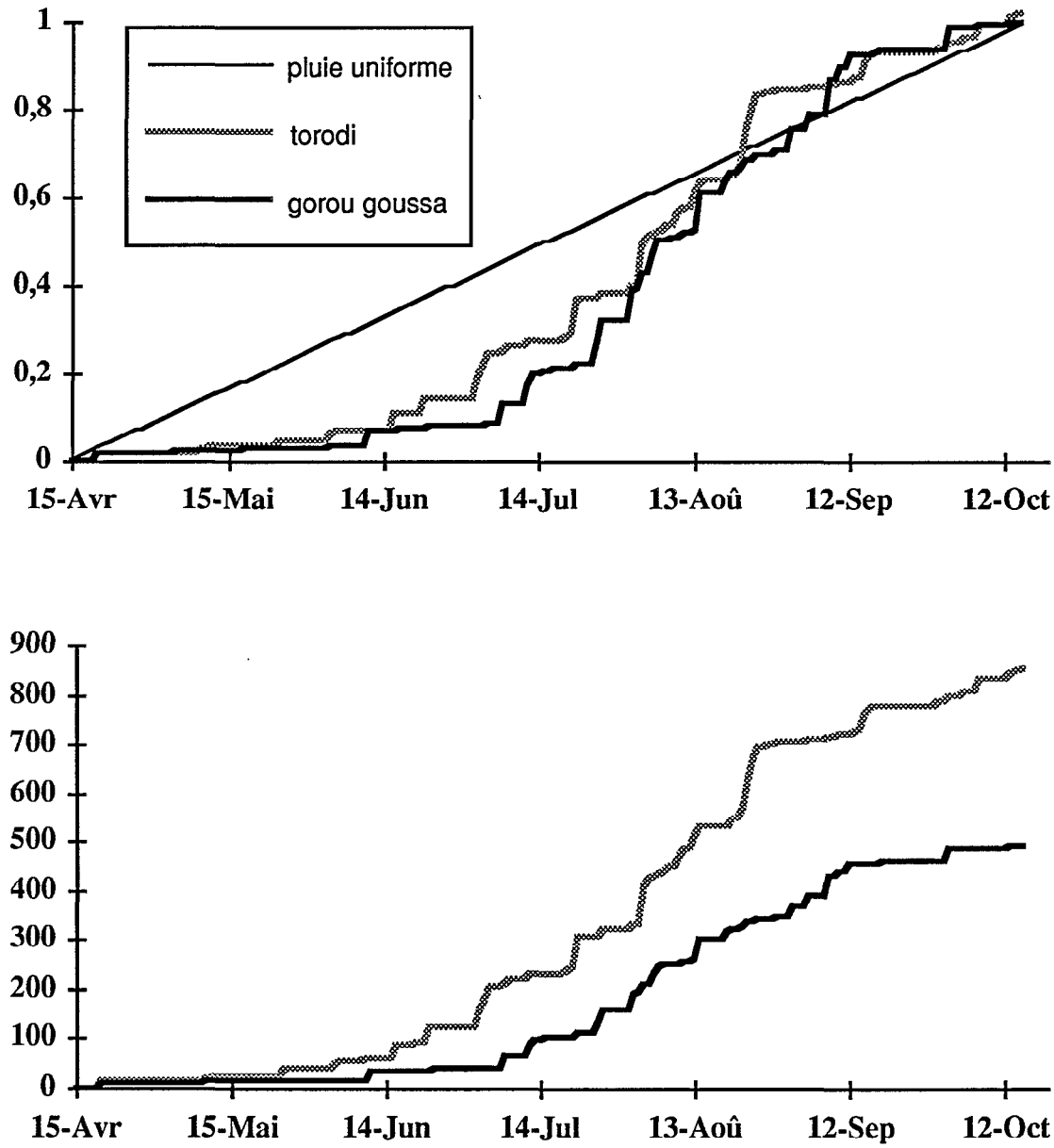


Figure 25: Comparaison de l'évolution du cumul pluviométrique entre Torodi et Gorou Goussa entre le 15 avril et le 15 octobre: a) cumul normé et comparaison avec une pluie théorique uniforme; b) cumul non normé.

La comparaison, pour les deux stations, des fréquences d'intensité sur toute la saison des pluies (**figure 26**) ne montre par contre que peu de différence contrairement à l'année précédente où la distribution des fréquences était nettement plus marquée entre stations à fort et faible cumul, les stations à fort cumul enregistrant les plus fortes intensités. On peut penser là aussi que ce peu de différence dans la répartition des intensités est lié au type de précipitation, les pluies de mousson étant plus caractérisées par leur durée que par leur intensité. Cette étude faite simplement sur ces 2 stations sera poursuivie sur l'ensemble des stations et sur les 5 années pour essayer d'en tirer des conclusions du point de vue climatologique.

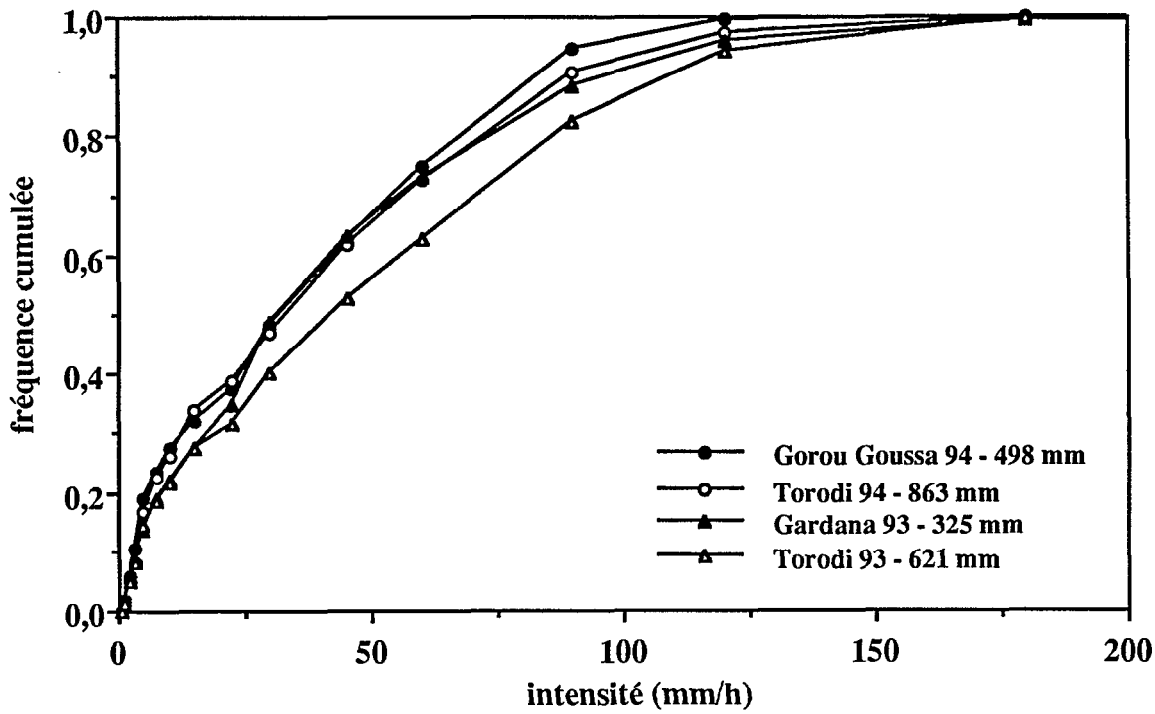


Figure 26: Distribution des fréquences d'intensité durant la saison 1993 et 1994 pour les stations à cumul extrème (minimal et maximal).

3.3 Petits pas de temps

La base de données spatialisées dont on dispose, permet de travailler à des pas de temps minimaux de 5 minutes. On peut donc étudier avec une résolution relativement fine d'une part la propagation des systèmes précipitants sur le degré carré et d'autre part la déformation du hyétogramme aux différentes stations touchées. Par contre l'absence de données radar cette année n'a pas permis d'avoir une idée sur l'extension régionale de la partie précipitante des différents épisodes.

Comme chaque année, un événement de type ligne de grain, parfaitement reconnaissable tant à sa signature au sol qu'à sa direction de propagation, fait l'objet d'une étude particulière. Cette année vu les conditions climatologiques exceptionnelles, de nombreux systèmes de meso-échelle ont parcouru le degré carré, mais peu de lignes de grain sensus stricto (déplacement est-ouest à une vitesse entre 40 et 60 $km.h^{-1}$), ont pu être mise en évidence.

On s'est quand même intéréssé à l'épisode du 15 août que l'on peut regrouper dans les systèmes de convection de méso-échelle vu son extension, mais dont la trace au sol lors de son déplacement n'est pas caractéristique d'une ligne de grain.
Deux transects est-ouest de 5 stations disposés au sud et au nord du degré carré ont été choisis pour suivre l'évolution du hyétogramme (**figure 27**).

Cet épisode a donné une lame d'eau sur le degré carré de 21,7 mm. Toutes les stations du réseau ont été touchées. La convection a abordé le degré carré dans la partie nord-est à la station de Sandideye (**figure 28**).

Les 20 premières minutes, le front est resté assez stationnaire. Ensuite une poussée vers l'intérieur s'est produite d'abord vers le centre du degré carré puis sur toute la partie est du degré carré. La propagation s'est poursuivie dans la partie nord, marquant une indentation dans le front qui peu à peu va se résorber en faveur de la partie sud. Deux heures après

l'entrée du système dans le degré carré, son déplacement va se faire plus ou moins en ligne jusqu'à la disparition du système. la partie frontale a traversé le degré carré en 3h30, d'où une vitesse moyenne d'environ 30 km.h-^{1}.

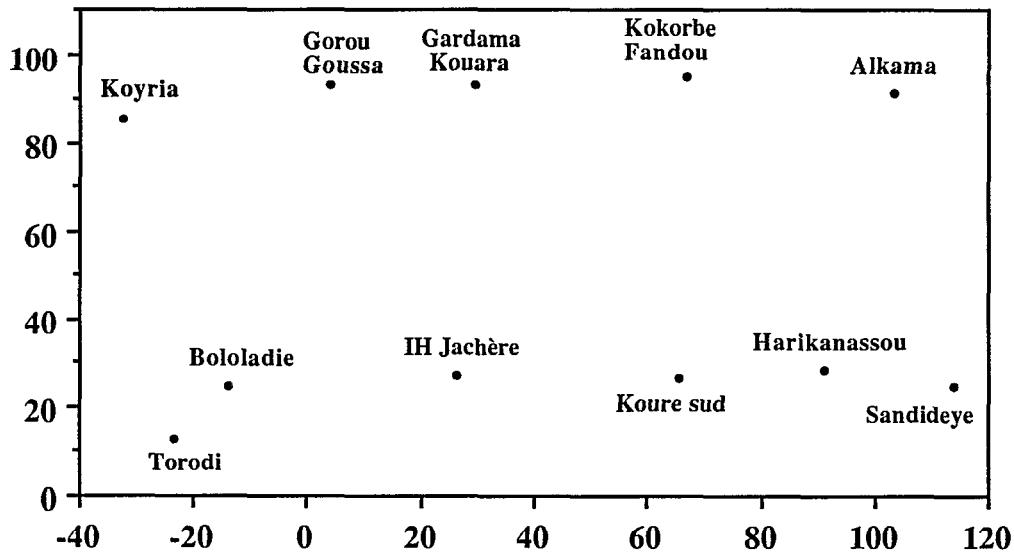


Figure 27: Localisation des stations des deux transects utilisés pour suivre l'évolution du hyétogramme de l'événement du 15 août.

Les hyétogrammes (pas de temps 15 minutes) sur les deux transects montrent nettement le déplacement du front avec la présence plus ou moins marqué d'une traîne qui est presque inexistante au nord du degré carré (**figure 29**). Les intensités maximales sur les stations du transects présentent des valeurs assez élevées puisqu'elles atteignent 70 mm.h^{-1} pour un pas de temps de 15 minutes.
Une déformation importante du hyétogramme, tant en quantité qu'en temps, se produit au cours du déplacement de la convection et cela même si on observe en tout point nettement le front. La quantité de pluie totale varie sur les stations du transect de 1 à 3 (26,5 mm à Kokorbe Fandou à 70,5 mm à Harikanassou).

A côté des études de dynamique, le calcul des cumuls sur de petits pas de temps permet également une analyse fréquentielle. Les maxima absolus de la saison 1994 ont été calculés en compilant les cumuls maximums de chaque épisode pour des pas de temps allant de 5 à 60 minutes à partir du tableau 2. Cette synthèse des maximas est reportés dans le **tableau 18**.

On a comparé les périodes de retour, à différents pas de temps, observées en 1994 , avec celles obtenues pour les années 1990-93 (les périodes de retour ont été calculées à partir de la série de Niamey-Aéroport - Bouvier, 1986).
Les périodes de retour enregistrées en 1994 jusqu'au pas de temps de 15 mn sont plus faibles que pour les années antérieures. Par contre pour les pas de temps supérieurs, les périodes de retour sont nettement plus importantes. Ceci montre bien que le régime pluviométrique cette année s'est comporté différemment sur la zone sahélienne. Il n'y a pas eu de pluies brèves et violentes, type ligne de grain, mais par contre on a observé des pluies avec des intensités moyennes mais soutenues dans le temps typique des pluies de mousson.

Tableau 18: Périodes de retour des maximums enregistrés sur le réseau EPSAT-NIGER en 1994, calculées en prenant la série pluviographique de Niamey-Aéroport (1946-1983) comme référence. On a fait figurer entre parenthèse, les valeurs du cumul maximum et la période de retour associé pour les années 1990 à 1993.

Durée en mn	Quantité en mm	Station	Date-événement	Période de retour série Niamey-Aéroport
5	**15,0 (30 - 17 - 29 - 15)**	**Kaligorou**	**6/08**	**3,2** (200 - 7 - 166 - 4)
10	**27,5 (39 - 31 - 38 - 27)**	**Kaligorou**	**6/08**	**11,9 (150 - 28 - 224 - 11)**
15	**39,9 (? - 41 - 42 - 39)**	**Guilahel**	**21/07**	**24,5 (? - 33 - 40 - 20)**
30	**76,0 (66 - 52 - 63 - 60)**	**Guilahel**	**21/07**	**159,6 (50 - 9 - 30 - 22)**
60	**108,8 (75 - 85 - 74 - 81)**	**Guilahel**	**21/07**	**180,2 (20 - 34 - 16 - 25)**
sur l'averse	**120 mm en 9h40' (102 - 162 - 92 - 95)**	**Guilahel**	**21/07**	

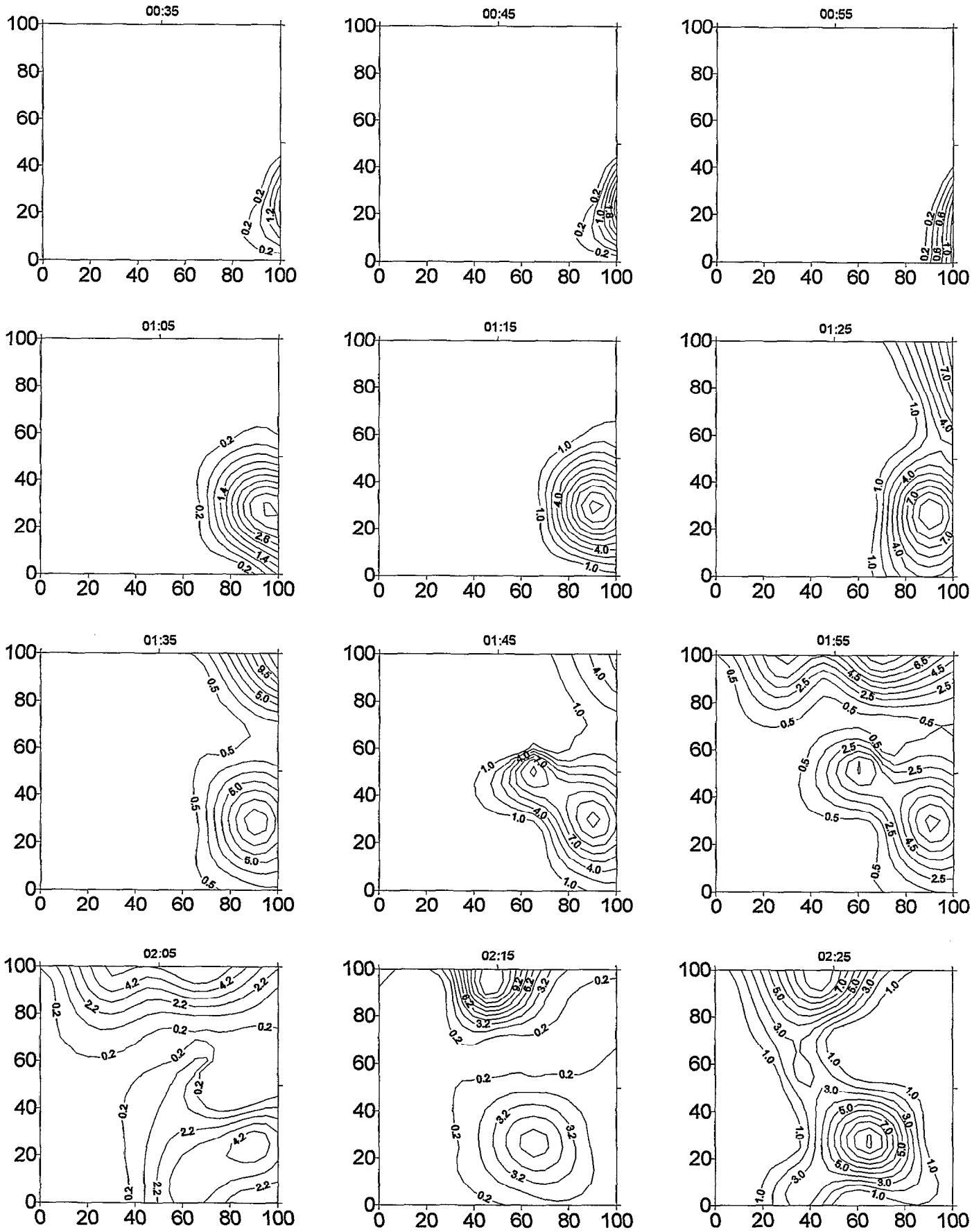
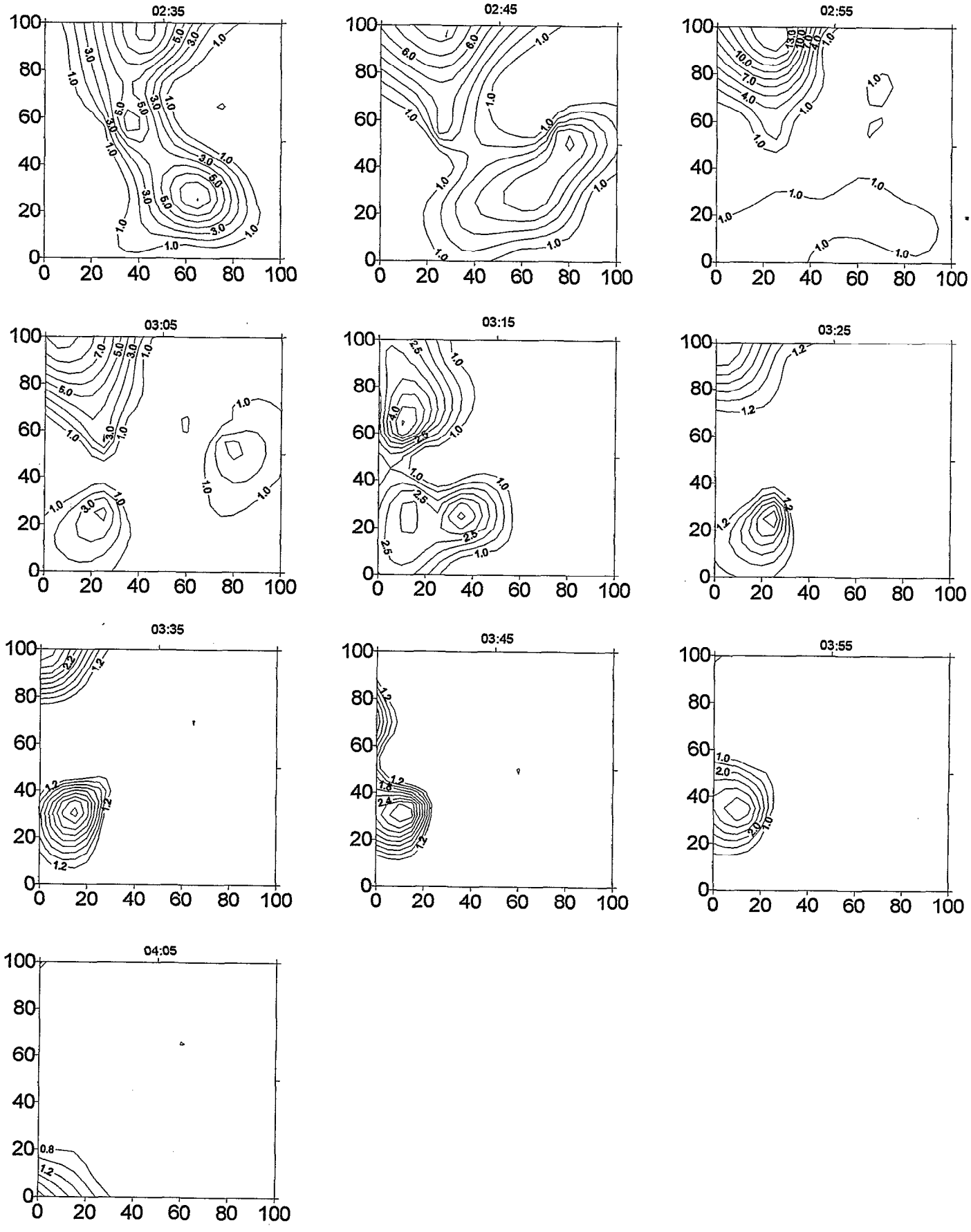


Figure 28: Isohyètes au pas de temps de 10 minutes du système précipitant du 15 août.


02:35
02:45
02:55
03:05
03:15
03:25
03:35
03:45
03:55
04:05

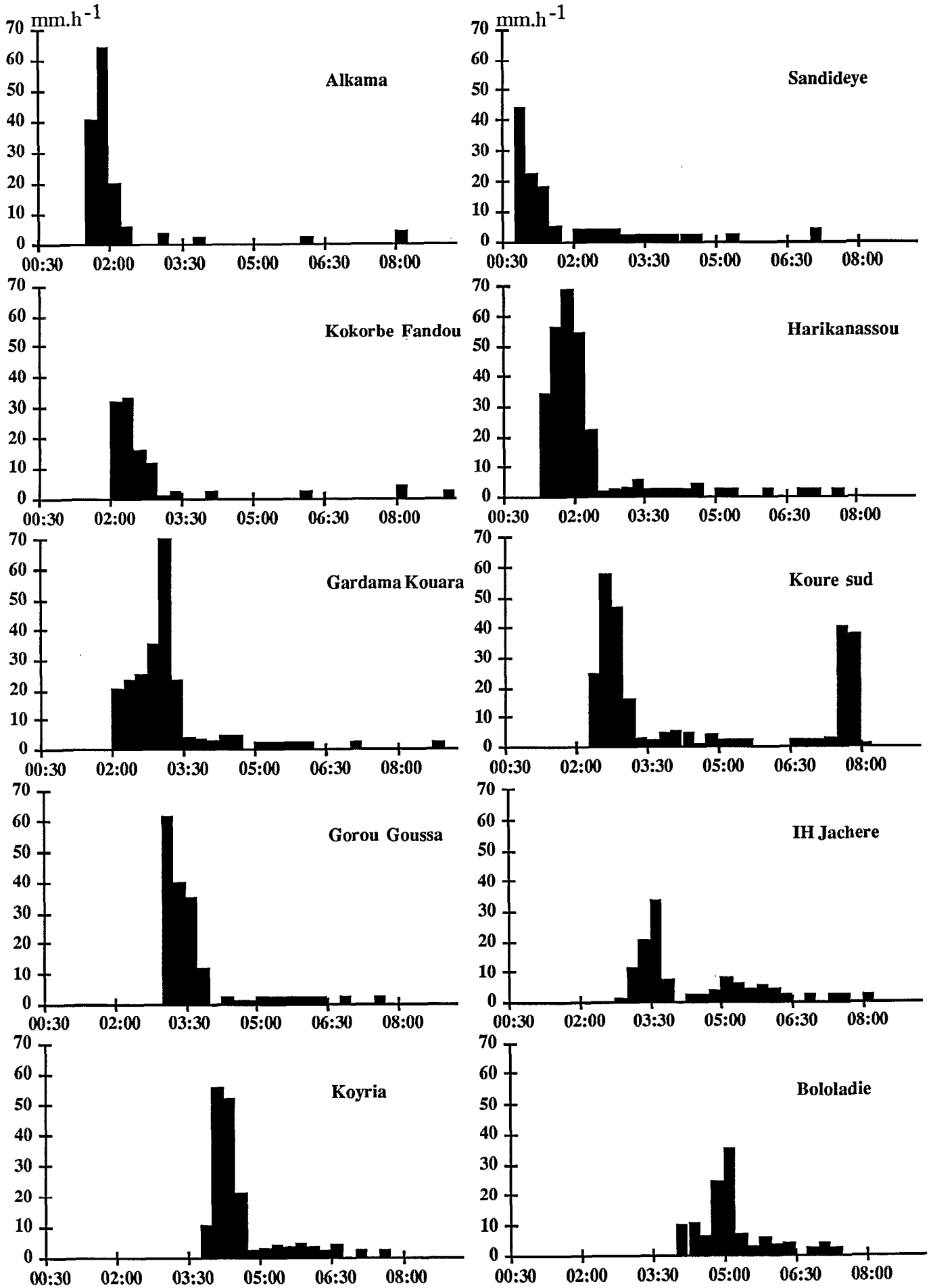


Figure 29: Hyétogrammes pour 10 stations définissant deux transects est-ouest. La position des 10 stations est reportée sur la figure 27.

3.4 Comparaison de la pluie à 1,50m et au sol

Cette année le dispositif de comparaison des pluies au sol et à 1,50 m du sol a été renforcé par 2 postes pour compléter les résultats acquis ces 3 dernières années. Ces deux postes supplémentaires ont été implantés au nord et au sud du degré carré, à Gorou Goussa (80) et à Debere Gati (25). Le poste de Gorou Goussa a été installé sur une bande latéritique nue, très exposée au vent et celui de Debere Gati en milieu de culture sur un substratum sableux. Un espace libre de toute végétation d'au moins 10 mètres a été maintenu autour des pluviographes pendant toute la saison des pluies.

La bonne marche des appareils au sol reste un problème chaque année avec d'une part les nombreux vents de sable, entraînant des risques de bouchage, et d'autre part la possibilité de submersion en cas de forte précipitation.
Si le taux de fonctionnement des deux postes déjà installés a été de 100 % cette année, le taux de fonctionnement des deux autres postes, beaucoup plus exposés au vent et aux fortes précipitations, a été de 81 % et 94 %. Ces taux qui restent faibles cachent quand même la perte des événements les plus importants pour cause de submersion. En 1995, ces deux stations seront légèrement surélevées pour éviter ce problème.

Comme chaque année, on a travaillé à deux échelles de temps, au pas minimal de 5 minutes (valeurs augets non corrigées par les valeurs seau) et au pas journalier (valeurs augets corrigées par les valeurs seau). Pour chaque station, on a gardé les couples de valeurs sol-1,50 m qui étaient en concordance de temps. Les problèmes de dérive étant très faibles, le nombre de couples a été largement suffisant pour conforter les résultats déjà obtenus les années précédentes.

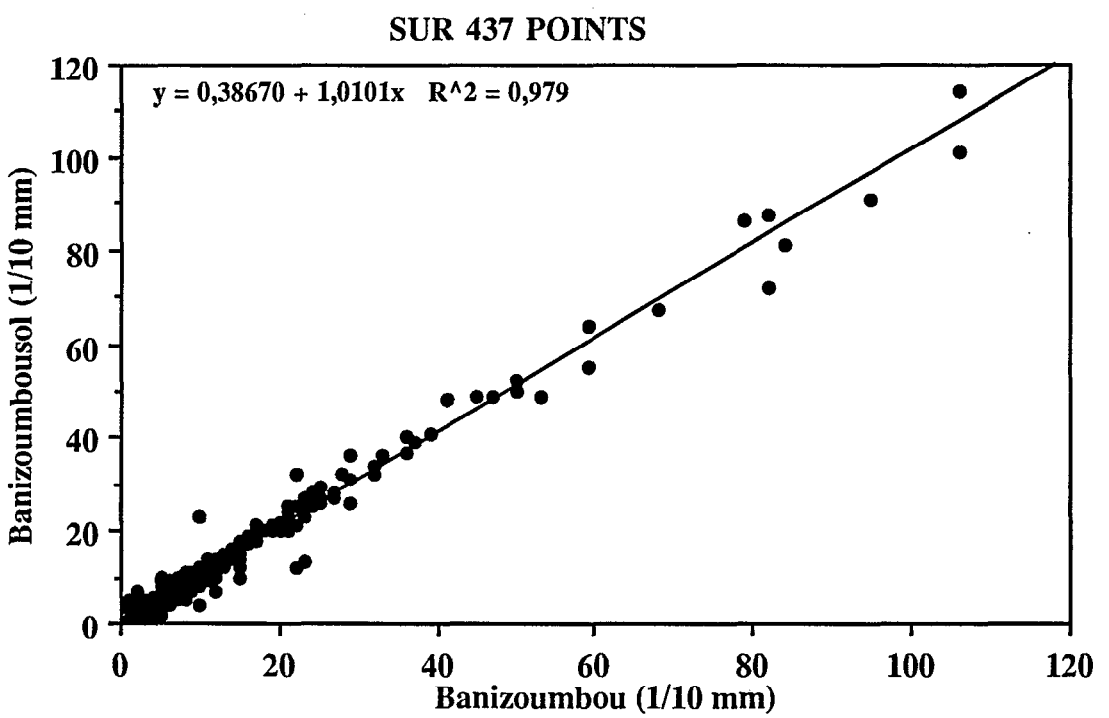


Figure 30: Comparaison pluie à 1,50 m et pluie au sol au pas de temps de 5 minutes pour la saison 1994 à la station de Banizoumbou.

Pour la station de banizoumbou, 437 couples de valeurs sont disponibles au pas de temps de 5 mn (**figure 30**). La relation que l'on en tire est très bonne (r^2=0,98) et va dans le même sens que les résultats des années précédentes, où l'on ne note pas de différence entre pluie au sol et pluie à 1,50 m (pente de 1,01). Pour s'affranchir du poids des faibles cumuls, on a,

dans un deuxième temps, considéré seulement les couples dont la valeur à 1,50 m était supérieure ou égale à 1 mm (**figure 31**). Le nombre de couple a diminué des 2/3, mais les mêmes conclusions que précédemment peuvent être tirées.

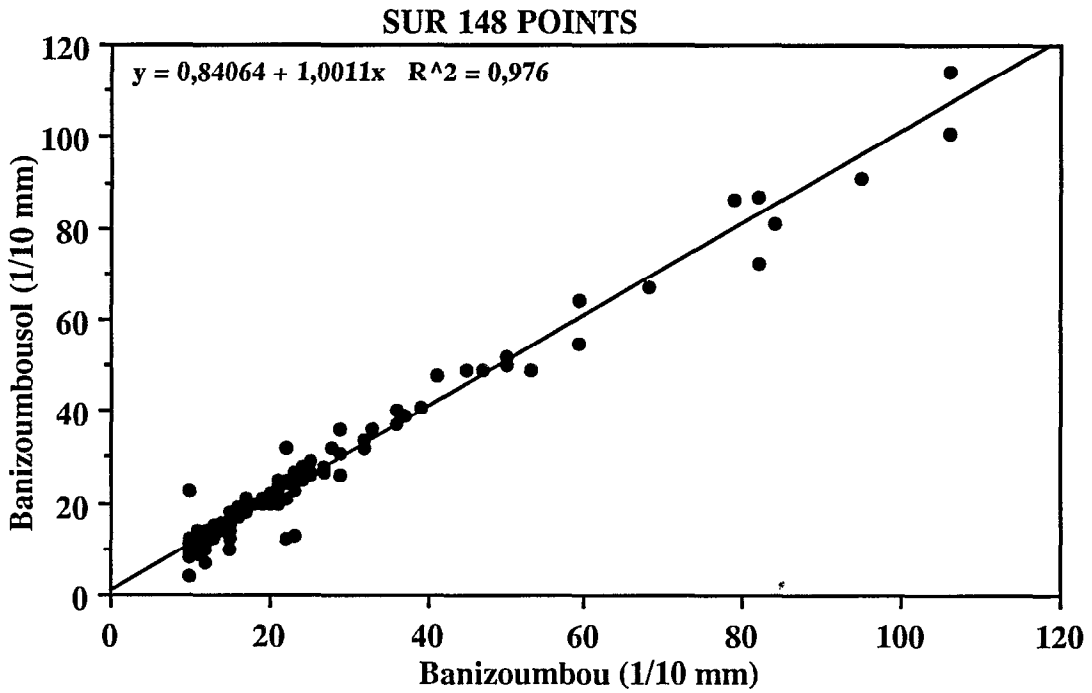


Figure 31: Comparaison pluie à 1,50 m et pluie au sol seuillé à 1 mm au pas de temps de 5 minutes pour la saison 1994 à la station de Banizoumbou.

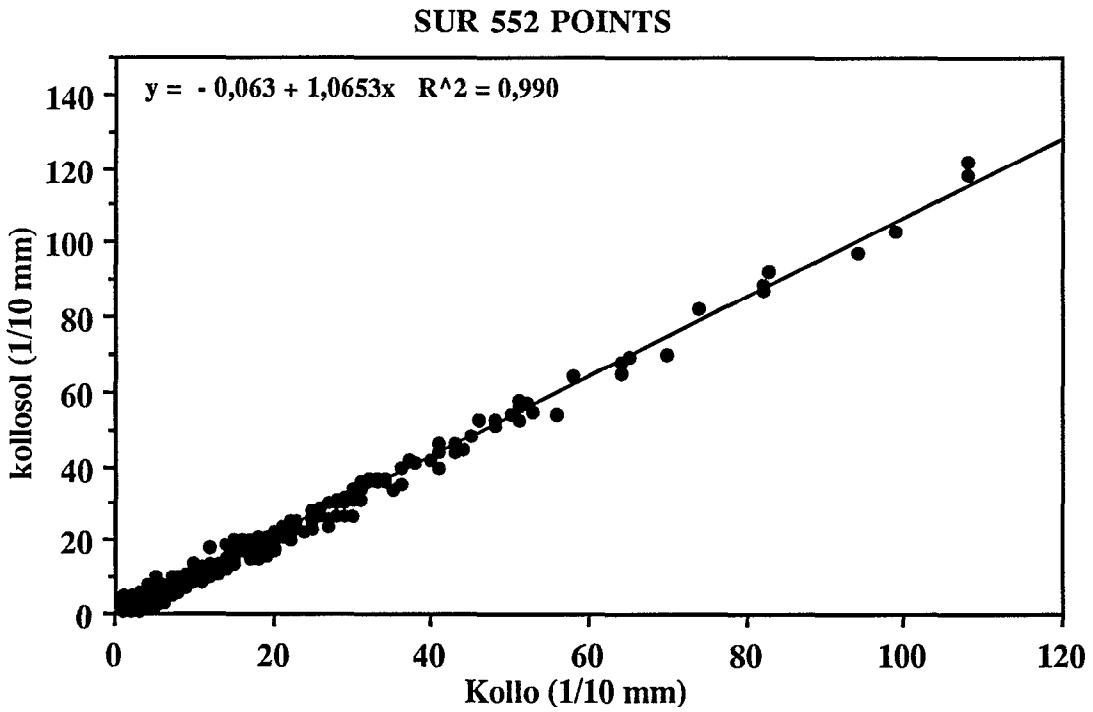


Figure 32: Comparaison pluie à 1,50 m et pluie au sol au pas de temps de 5 minutes pour la saison 1994 à la station de Kolo.

Pour la station de Kollo (552 couples), le résultat montre une légère tendance à un excédent pluviométrique au sol (pente de 1,06). Par rapport à 1991, 1992 et 1993, la tendance a été donc inversée (**figure 32**).

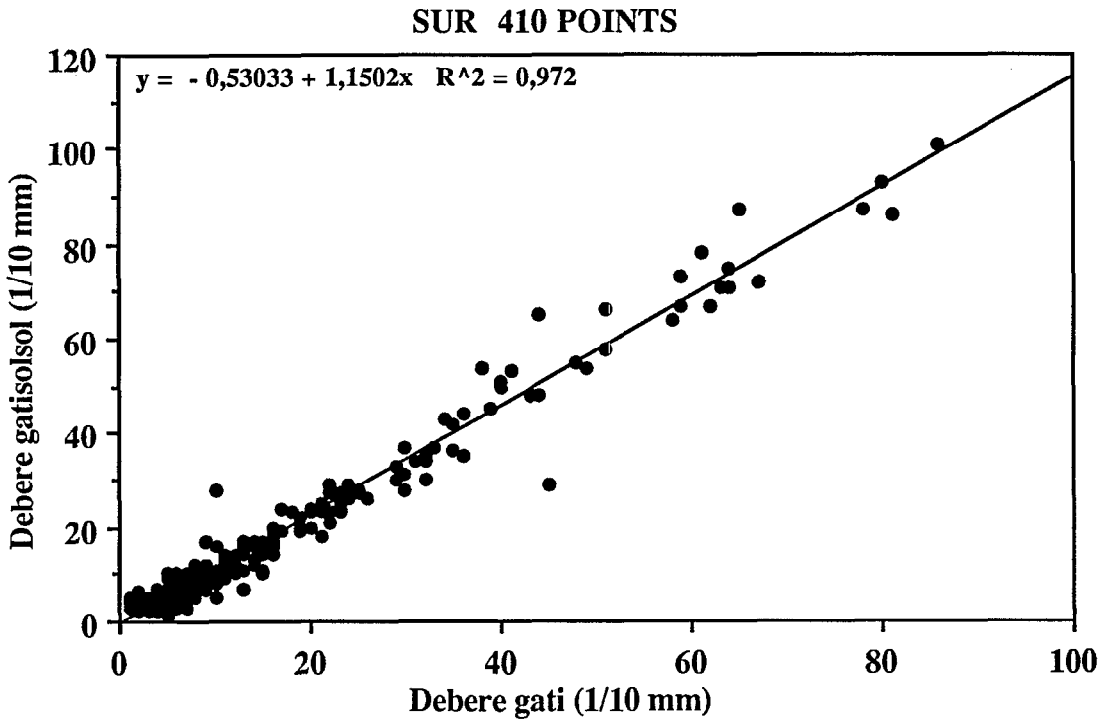


Figure 33: Comparaison pluie à 1,50 m et pluie au sol au pas de temps de 5 minutes pour la saison 1994 à la station de Debere Gati.

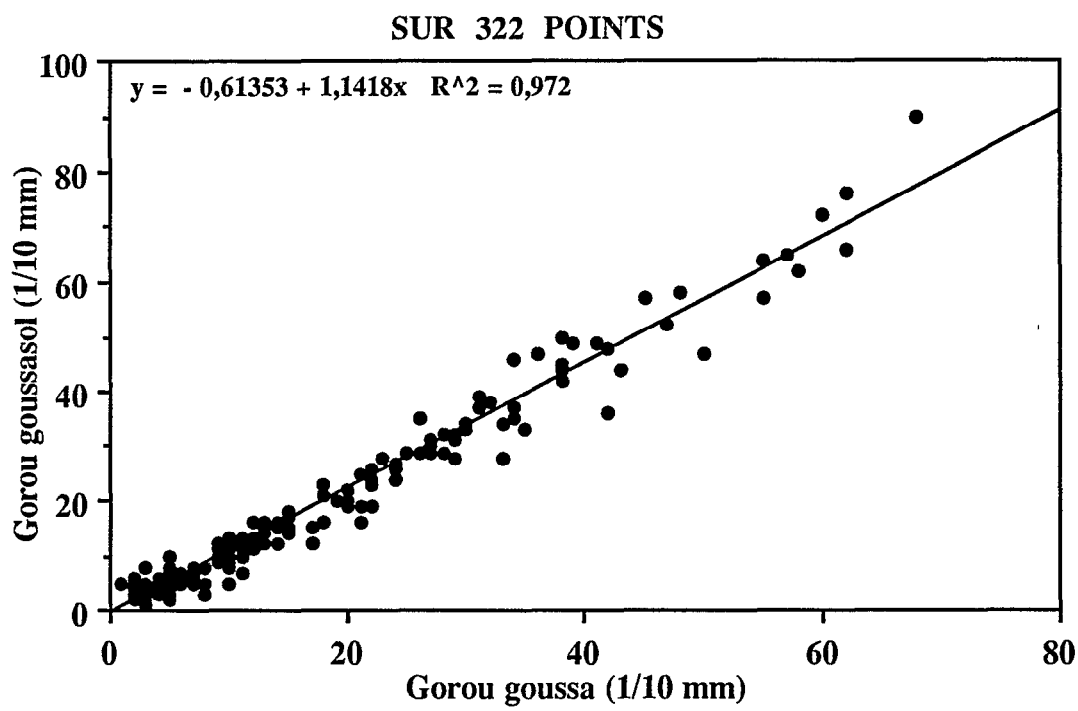


Figure 34: Comparaison pluie à 1,50 m et pluie au sol au pas de temps de 5 minutes pour la saison 1994 à la station de Gorou Goussa.

Pour les deux stations nouvelles (**figure 33 et 34**), la tendance est nettement en faveur de l'excédent pluviométrique pour le pluviographe au sol (pente de 1,14 et 1,15). On retrouve d'ailleurs un coefficient peu éloigné de celui déterminé, pour une latitude identique, par Chevallier et Lapetite (1986). Il faut toutefois noter que leur étude portait sur des données journalières.

Au pas de temps journalier (**figure 35**), pour trois des stations, le coefficient diminue fortement et l'on retrouve ceux des années antérieures. Pour la station de Banizoumbou, le pluviographe situé à 1,50 m du sol reçoit de l'eau excédentaire (pente de 0,95). Le site de Kollo ne montre aucune différence entre poste au sol et à 1,50 m (pente de 1,01) et le poste de Debere Gati montre un léger excédent de pluie pour le pluviographe au sol (pente de 1,06). Seul le poste de Gorou Goussa maintient son coefficient en faveur de la pluie au sol (pente de 1,14), ce qui peut être rattaché aux fortes conditions de vent qui prévalent à cet endroit.

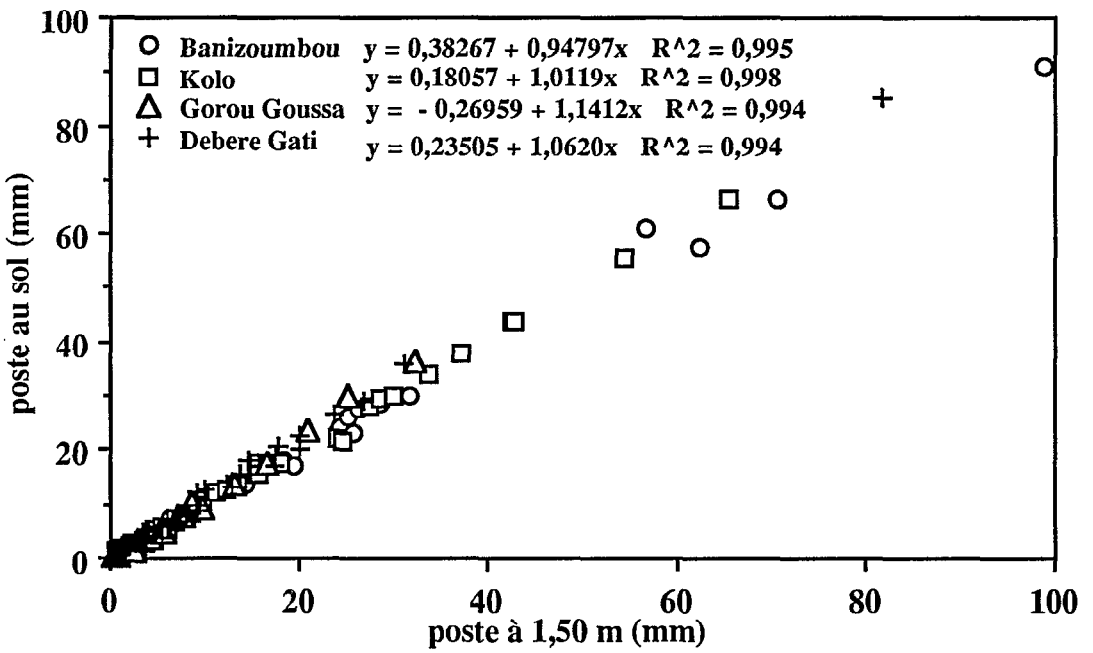


Figure 35: Comparaison pluie à 1,50 m et pluie au sol au pas de temps journalier pour la saison 1994 aux station de Banizoumbou, Kolo, Debere Gati et Gorou Goussa.

Cette différence de coefficient entre pas de temps de 5 minutes et pas de temps journalier tend à montrer que sur les petits pas de temps, où les données ne sont pas corrigées, le pluviographe au sol serait plus sensible à un écart entre la valeur auget et la valeur reellement observée que le pluviographe à 1,50 m. Il reste néanmoins que les premières conclusions de ce travail tendent à montrer que pour une même zone, l'écart pluie au sol et pluie à 1,50 m n'est pas constant et qu'il ne va pas toujours du côté du pluviographe au sol. Les comparaisons vitesses de vent à 1,50 m et au sol ne montrent pas de différences suffisantes qui pourraient expliquer le sens des écarts. On peut penser donc que les conditions locales (végétation) mais aussi le type de précipitation doivent largement intervenir dans ce processus de distribution des pluies entre le sol et 1,50, mais les processus restent complexes.

4

CONCLUSIONS

La campagne 1994, par sa particularité, année très excédentaire, apporte des éléments nouveaux à la compréhension des sytèmes précipitants en région sahélienne. Le jeu de données d'EPSAT-NIGER a donc maintenant une palette de valeurs extrêmes tant minimale que maximale à toutes les échelles de temps et d'espace (de 150 m à plus de 100 km), ce qui devrait permettre de valider la ou les modélisations proposées sur la circulation des systèmes convectifs locaux ou de méso-échelles à cette latitude.

Depuis deux années un certain nombre d'études ont commencé à être menées à partir des données de l'expérience EPSAT-NIGER, que cela soit dans le domaine des données sol, des données radar ou des données satellitaires infra-rouge.
Concernant les données sol, les investigations ont porté sur des essais de caractérisation des champs pluvieux et de leur distribution spatiale à fin de modélisation et cela à toute les échelles de temps et d'espace. Un travail important a aussi été entrepris cette année qui porte sur la caractérisation de la climatologie des données acquises par des indices simples comme les fréquences d'intensité, les seuils pluviométriques, la structure des événements en fonction de leur extension spatiale .... . Enfin dans le cadre de la validation des estimations satellitaires infra-rouge, une étude portant sur l'optimisation des erreurs d'estimation surfacique des pluies à partir du réseau sol est en voie d'achèvement. Dans ce cadre, on a cherché à optimiser les erreurs que l'on fait sur les moyennes spatiales à partir de données ponctuelles, et ceci en fonction de plusieurs paramètres : le type d'interpolateur spatial utilisé, la densité et la disposition régulière ou irrégulière du réseau, la taille de la surface sur laquelle la moyenne est calculée, le type de champ pluviométrique... . A partir de ces résultats on sera à même de connaître l'écart-type d'estimation de la valeur pluviométrique sol moyennée pour une zone donnée. La comparaison avec les indices satellitaires en sera plus aisée. Un autre domaine d'application concerne les modèles hydrologiques de petits et moyens bassins versants qui utilisent comme donnée d'entrée la pluviométrie, en améliorant la qualité de l'estimation de la pluie, on augmentera la fiabilité de ces modèles.

En complément, une autre étude qui concerne les problèmes de la variabilité à petit pas d'espace reste à faire. La phase expérimentale avait commencée en 1993 avec le réseau ARCOL et s'est poursuivie en 1994 avec le réseau du km^2 de Kobong. Ce type d'étude devrait permettre de travailler au niveau de la cellule convective de base (de l'ordre de grandeur du kilomètre) et d'approcher ainsi les mécanismes de sa naissance, de son déplacement et de sa disparition. Le site du km^2, vu sa localisation près de l'aéroport, pourrait aussi servir de site de validation et de simulation pour les données radar en 1995. En effet les tailles de mailles radar sont de l'ordre de 250 m, ce qui est du même ordre que la maille de base du réseau de Kobong (150 m).

1995 devrait être la dernière campagne intensive du programme EPSAT-Niger avec comme support le même dispositif qu'en 1994 et les mêmes objectifs. Après 1995, dans le cadre du suivi à long terme de la pluviométrie sur le degré carré et, en collaboration avec le personnel de la Direction de la Météorologie du Niger (DMN), il sera maintenu un réseau minimum pouvant comprendre entre une dizaine et une trentaine de postes pluviographiques selon les moyens dont on disposera. Au vu des nombreuses données déjà acquises grâce à l'expérience EPSAT-NIGER, à court terme, le maintien d'un réseau pluviographique minimum sur la zone du degré carré de Niamey devrait permettre de faciliter le choix du degré carré comme site de validation pour l'Afrique sahélienne du futur satellite défilant TRMM qui sera équipé d'un capteur micro-onde et dont le lancement est prévu en 1997.

REFERENCES

Bouvier, C., 1986: Etude du ruissellement urbain à Niamey, tome 3, Interprétation des données. rapport général de convention ORSTOM/ MRH-DRE/ CIEH, 106p.

Chevallier, P., et J.M. Lapetite, 1986: Note sur les écarts de mesure observés entre les pluviomètres standards et les pluviomètres au sol en Afrique de l'Ouest. Hydrologie continentale, 1/2, p. 111-119.

Goutorbe J.P., T. Lebel, A. Tinga, P. Bessemoulin, J. Brouwer, H. Dolman, E.T. Engman, J.H.C. Gash, M. Hoepffner, P. Kabat, Y.H. Kerr, B. Monteny, S. Prince, F. Saïd, P. Sellers, J. Wallace, 1994: HAPEX-SAHEL: a large-scale study of land-atmosphere interactions in the semi-arid tropics. Annales Geophysicae 12, p 53-64.

Lebel T., F. Cazenave, R. Gathelier, M. Gréard, R. Gualde, J. Kong, T. Valero (1991): EPSAT-NIGER, Rapport de campagne 1990, ORSTOM-DMN, 65p.

Simpson, J., Adler, R.F. and North, G.R. et al., 1988: A proposed Tropical Measuring Mission (TRMM) satellite; Bull. Am. Met. Soc. 69, p. 278-295.

Taupin J.D., A. Amani and T. Lebel (1993): Small scale spatial variability of the annual rainfall in the Sahel in: Bolle H.- J., Feddes, R.A. and Kalma, J. (Editors). Exchange Processes at the Land Surface for a Range of Space and Time Scales (Proceedings of the Yokohama.Symposium, july 1993). IAHS Publ. N° 212, p. 563-602.

Taupin J.D., T. Lebel, F. Cazenave, F. Chiron, R. Gathelier, M. Gréard, R. Gualde, J. Kong, T. Valero (1992): EPSAT-NIGER, Rapport de campagne 1991, ORSTOM-DMN, 82p.

Taupin J.D., T. Lebel, F. Cazenave, M. Gréard, J. Kong, J. Lecocq, M. Adamson, N. d'Amato, A. Ben Mohamed (1993): EPSAT-NIGER, Rapport de campagne 1992, ORSTOM-DMN, 91p.

Taupin J.D., T. Lebel, E. Bonef, F. Cazenave, M. Gréard, O. Ponseel (1994): EPSAT-NIGER-ARCOL, Rapport de campagne 1993, ORSTOM-DMN, à paraître.

ANNEXE 1.
GESTION DU RESEAU DE PLUVIOGRAPHES ET INVENTAIRE DES PANNES

Coût de fonctionnement de la campagne 94

Chapitre 690

-Petit matériel (réinstallation-installation)	1.000 FF
- Batteries et régulateurs	13.000 FF
- Carburant-Essence-Gasoil-Huile	30.000 FF
- Déplacement personnel local (250 jours de tournées)	12.000 FF
- Photocopie-papetterie-disquette-téléphone	5.000 FF
- Maintenance informatique	3.500 FF
Total	64.500 FF

Chapitre 644

Gardiennage des stations	30.000 FF

Au cours de la saison 94, les équipes de terrain ont effectué 250 jours de tournées pour les réinstallations, les nouvelles installations, les visites de contrôle et d'entretien, et le démontage des stations, ce qui représente 50.000 km.

- Les réinstallations ont débuté le 17-03-1994 (GARDANA KOUARA),
- La fin du démontage a eu lieu le 27-10-1994 (TANABERI).

Jours de fonctionnement des stations : du 1 avril au jour de son démontage.

Jours de fonctionnement	14958
Jours de panne	305
Jours d'enregistrement	14653
Soit un taux de panne de	2,1%

Causes des pannes en détail

Pluvio	
submersion de la fosse pluvio sol	42
augets bloqués	12
mauvais contact	31
Alimentation	
batterie et régulateur	28
Enregistreur	
œdipe défectueux	180
cartouche défectueuse	8
Vandalisme	4
Total	305

Causes des pannes	Nombre de jours	% des pannes
Pluvio	85	28
Alimentation	28	9
Enregistreur	188	62
Vandalisme	4	1

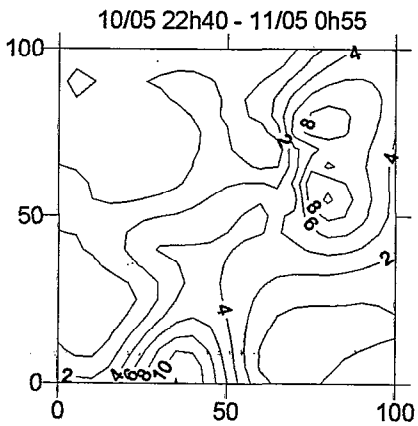
Tableau A-1.1: Jours de fonctionnement et causes de pannes.

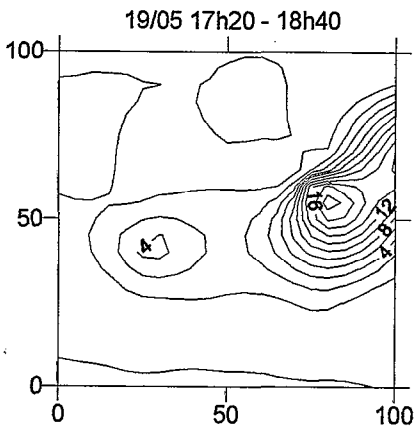
Station	Jours fonctionnement	Jours pannes	Jours enregistrés	%Jours enregistrés	CAUSES PANNES
Alkama	212	0	212	0,0	
Banizoumbou	218	0	218	0,0	
Banizoumbou sol	218	0	218	0,0	
Bazanga Bangou	202	37	165	22,4	oedipe défectueux, faux contacts
Beri Koira	213	0	213	0,0	
Berkiawel	212	8	204	3,9	alimentation batterie
Bololadie	215	0	215	0,0	
Boubon Golf	205	0	205	0,0	
Brousse Tigree	188	0	188	0,0	
Chef de Village	163	0	163	0,0	
Darey	182	0	182	0,0	
Debere Gati	215	0	215	0,0	
Debere Gati sol	215	34	181	18,8	submersion de la fosse
Fandou Beri	218	0	218	0,0	
Gamonzon	210	0	210	0,0	
Gardana Kouara	216	0	216	0,0	
Gorou Goussa	216	0	216	0,0	
Gorou Goussa sol	215	8	207	3,9	submersion de la fosse
Guilahel	216	2	214	0,9	vandalisme
Harikanassou	210	2	208	1,0	batterie défectueuse
IH Jachere hapex1	209	0	209	0,0	
IH Mil	218	11	207	5,3	batterie défectueuse
Kaligorou	212	12	200	6,0	augets bloqués
Kare	216	1	215	0,5	fil coupé
Kokorbe Fandou	204	0	204	0,0	
Kollo	218	0	218	0,0	
Kollo sol	218	0	218	0,0	
Koure Kobade	216	0	216	0,0	
Koure Sud	216	0	216	0,0	
Koyria	205	0	205	0,0	
Mali Djibo	163	0	163	0,0	
Massi Koubou	204	0	204	0,0	
Niamey Aéroport	218	0	218	0,0	
Niamey IRI	218	0	218	0,0	
Niamey ORSTOM	218	0	218	0,0	
Samadey 1	218	0	218	0,0	
Samadey 2	218	0	218	0,0	
Samadey 3	217	0	217	0,0	
Samadey 4	217	0	217	0,0	
Samadey 5	216	0	216	0,0	
SD Bagou	146	0	146	0,0	
SD Jupe 1	189	0	189	0,0	
SD Jupe 2	189	0	189	0,0	
SD Rive Droite	202	0	202	0,0	
Sandideye	210	0	210	0,0	
Tanaberi	222	6	216	2,8	oedipe et batterie défectueux
Torodi	210	0	210	0,0	

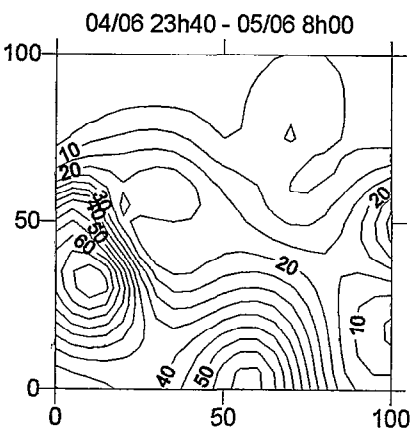
suite du tableau A-1.1

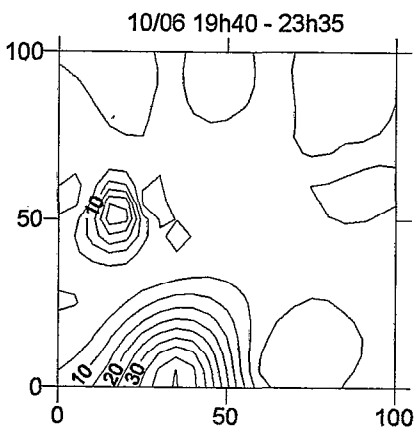
Wankama	218	0	218	0,0	
Wankama Ouest	178	0	178	0,0	
Yillade	216	0	216	0,0	
Kobong 301	187	26	161	16,1	oedipe et batterie défectueux
Kobong 302	187	25	162	15,4	oedipe et régulateur défectueux
Kobong 303	187	37	150	24,7	oedipe et batterie défectueux
Kobong 304	186	0	186	0,0	
Kobong 305	186	0	186	0,0	
Kobong 306	185	0	185	0,0	
Kobong 307	186	0	186	0,0	
Kobong 308	185	6	179	3,4	régulateur et batterie défectueux
Kobong 309	186	0	186	0,0	
Kobong 310	182	0	182	0,0	
Kobong 311	188	2	186	1,1	vandalisme
Kobong 312	183	0	183	0,0	
Kobong 313	181	2	179	1,1	faux contacts
Kobong 314	182	0	182	0,0	
Kobong 315	181	4	177	2,3	oedipe défectueux
Kobong 316	181	28	153	18,3	faux contacts
Kobong 317	182	0	182	0,0	
Kobong 318	181	32	149	21,5	oedipe défectueux
Kobong 319	181	0	181	0,0	
Kobong 320	181	12	169	7,1	oedipe défectueux
Kobong 321	181	0	181	0,0	
Kobong 322	181	8	173	4,6	cartouche défectueuse
Kobong 323	180	0	180	0,0	
Kobong 324	180	1	179	0,6	oedipe défectueux
Kobong 325	180	1	179	0,6	régulateur et batterie défectueux
Total jours	14958	305	14653	2,1	

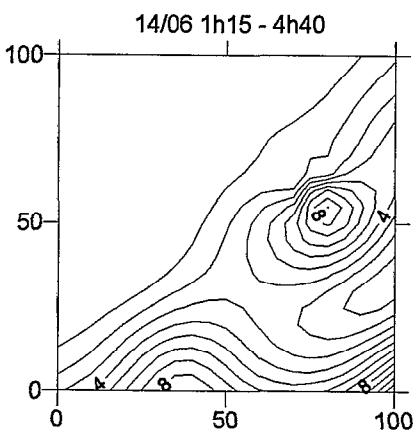
ANNEXE 2.
ISOHYETES DES 55 EPISODES DE LA SAISON 1994

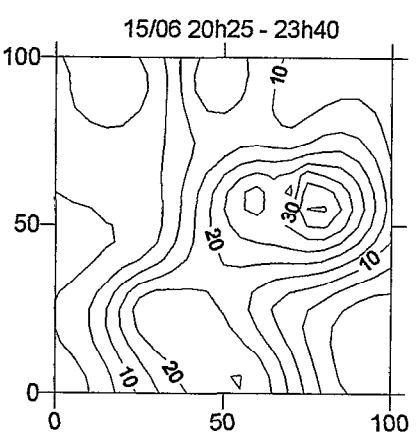


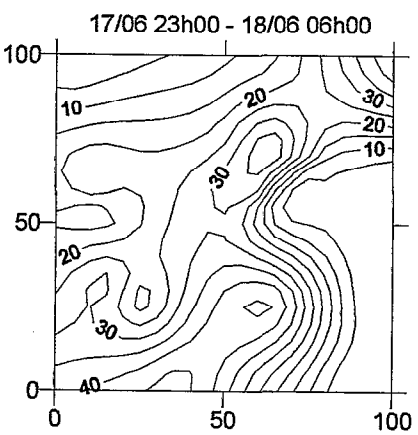


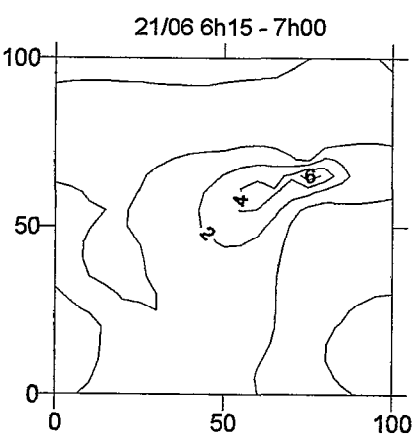


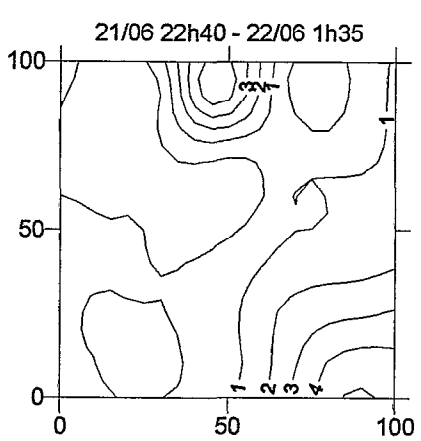




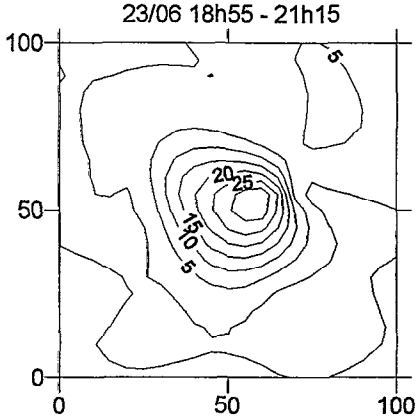




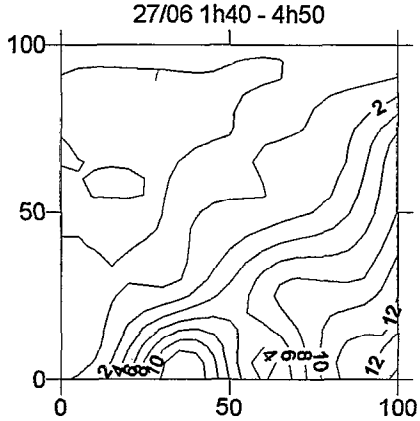




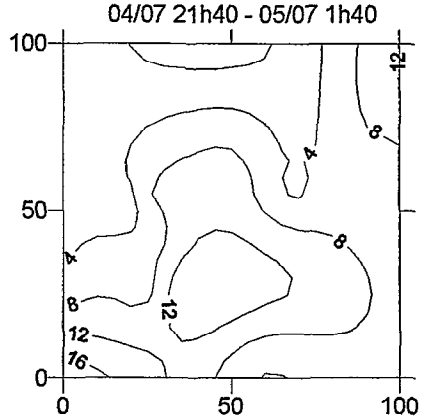
23/06 18h55 - 21h15



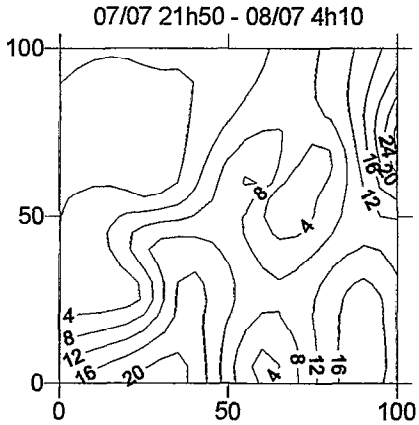
27/06 1h40 - 4h50



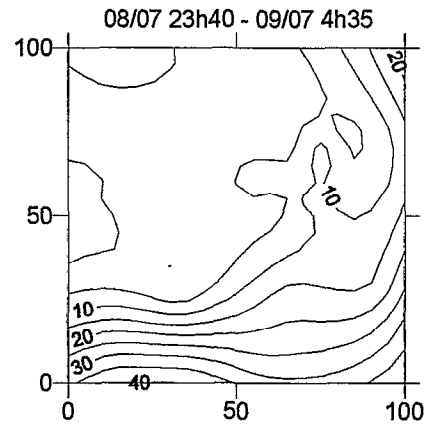
04/07 21h40 - 05/07 1h40



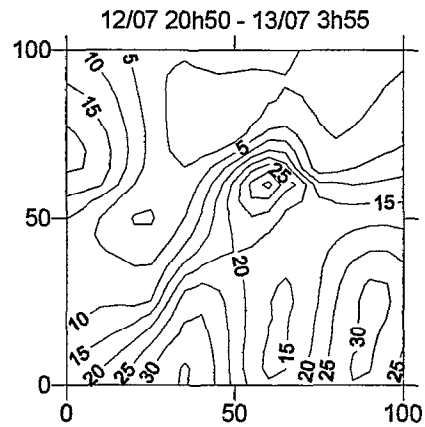
07/07 21h50 - 08/07 4h10



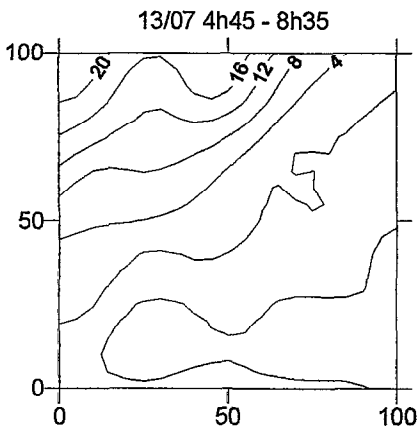
08/07 23h40 - 09/07 4h35



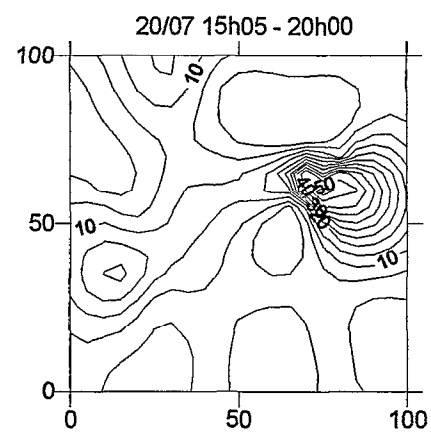
12/07 20h50 - 13/07 3h55



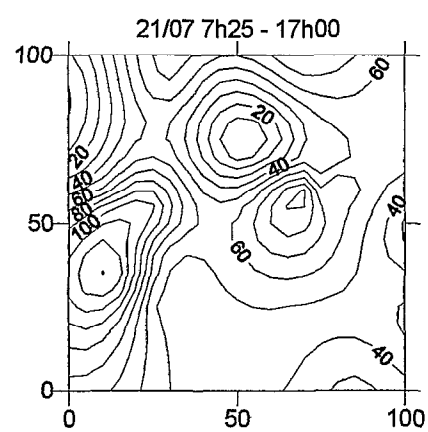
13/07 4h45 - 8h35



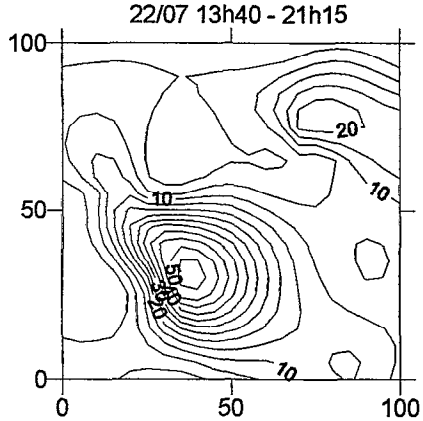
20/07 15h05 - 20h00



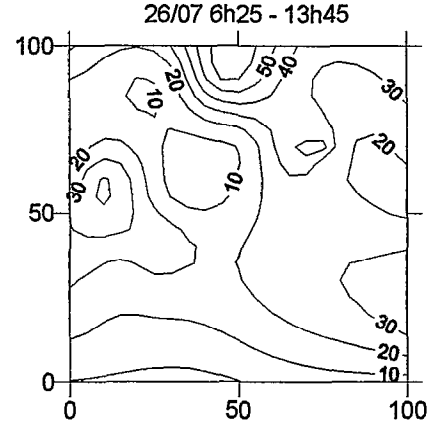
21/07 7h25 - 17h00



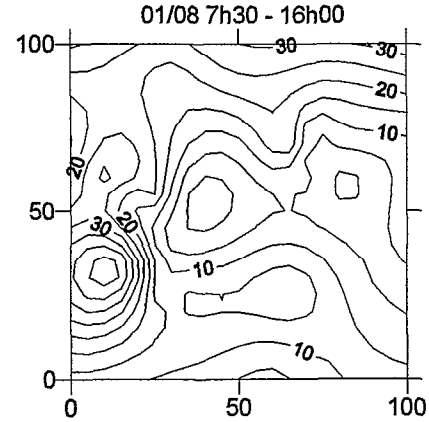
22/07 13h40 - 21h15

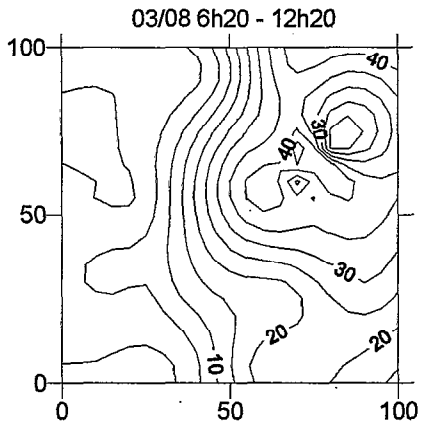


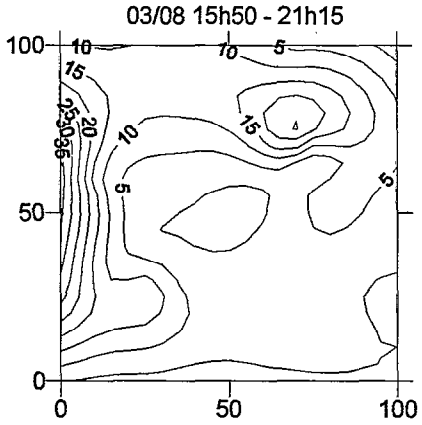
26/07 6h25 - 13h45

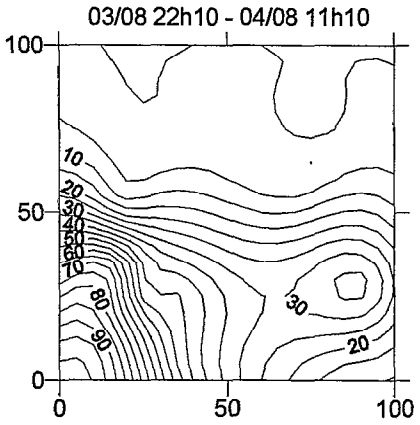


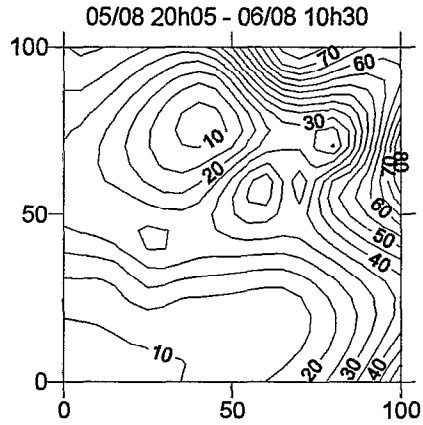
01/08 7h30 - 16h00

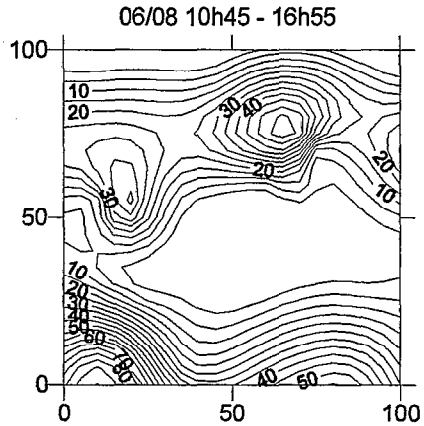


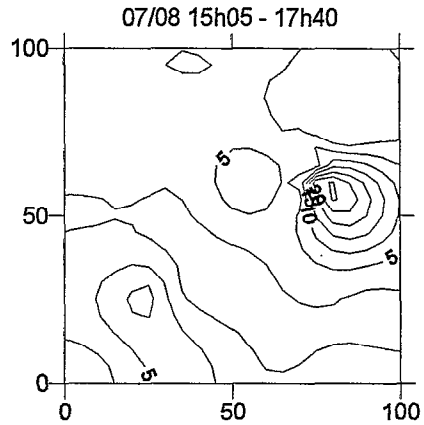

03/08 6h20 - 12h20

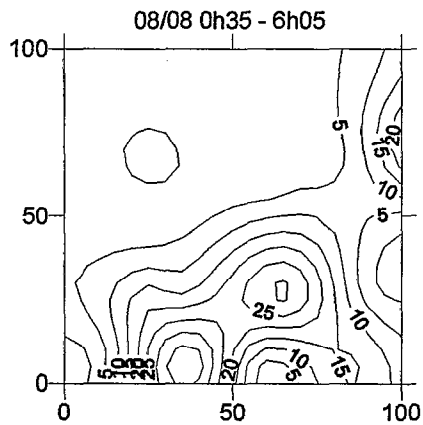

03/08 15h50 - 21h15

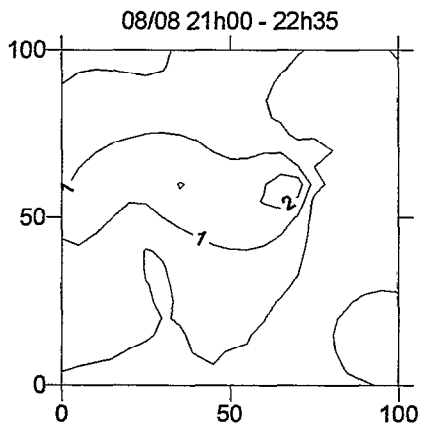

03/08 22h10 - 04/08 11h10

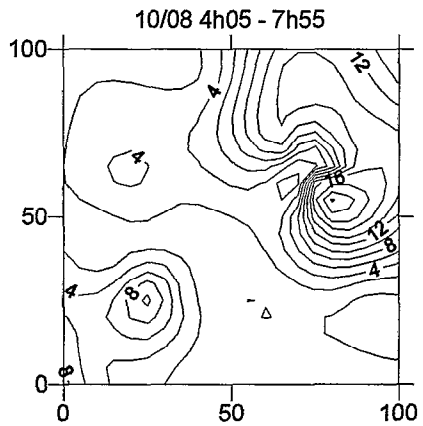

05/08 20h05 - 06/08 10h30

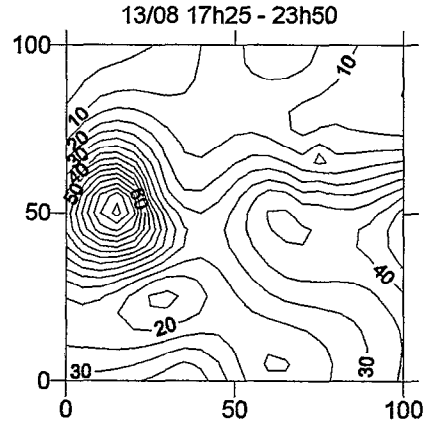

06/08 10h45 - 16h55

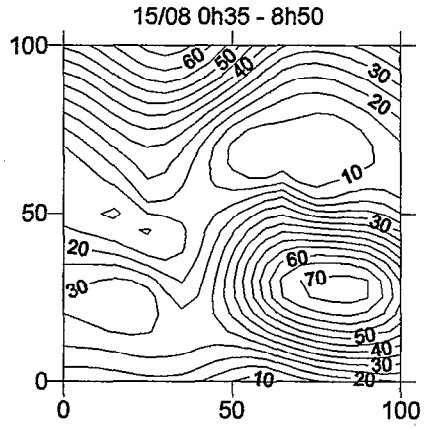

07/08 15h05 - 17h40

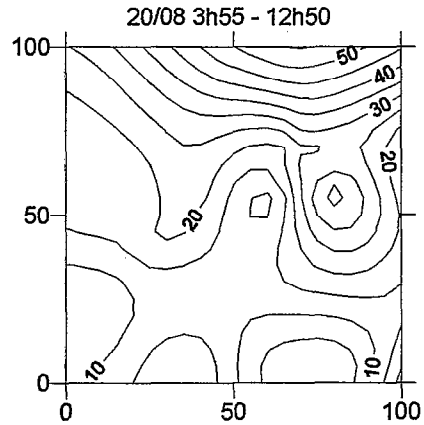

08/08 0h35 - 6h05

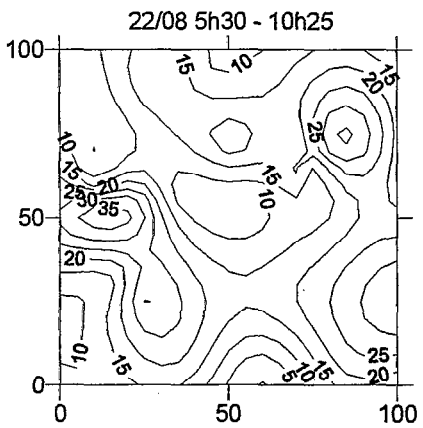

08/08 21h00 - 22h35

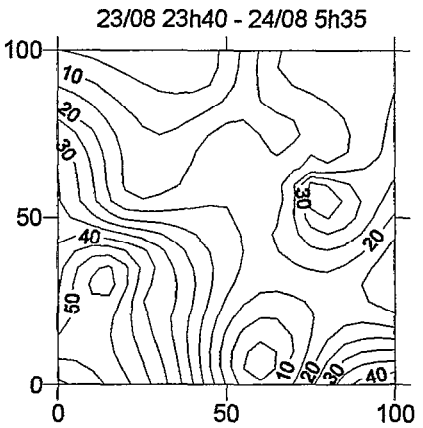

10/08 4h05 - 7h55

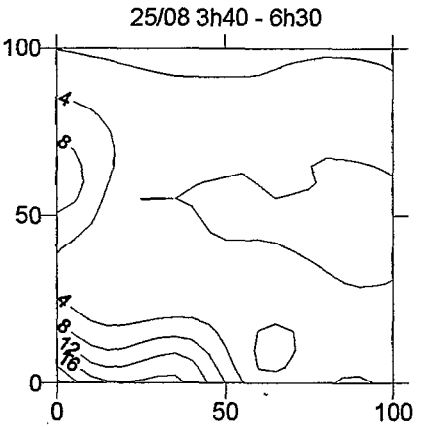

13/08 17h25 - 23h50

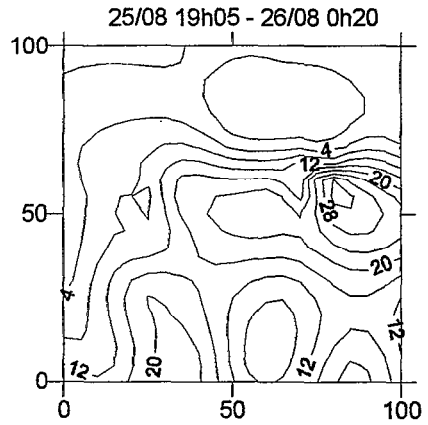

15/08 0h35 - 8h50

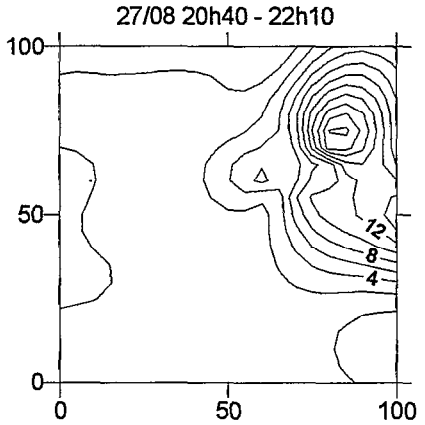

20/08 3h55 - 12h50

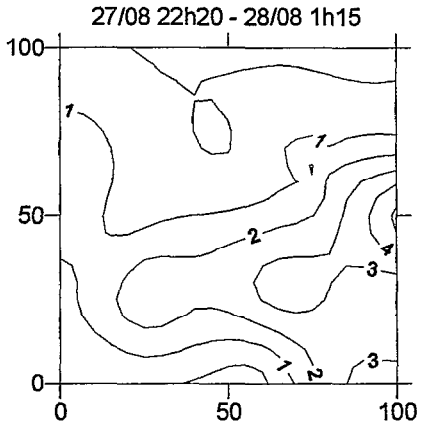

22/08 5h30 - 10h25

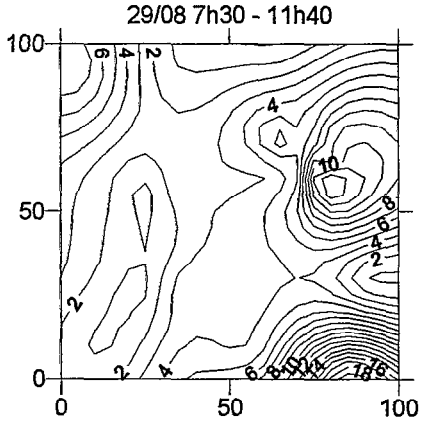

23/08 23h40 - 24/08 5h35

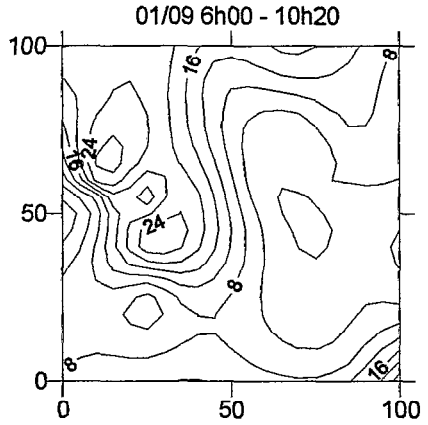

25/08 3h40 - 6h30

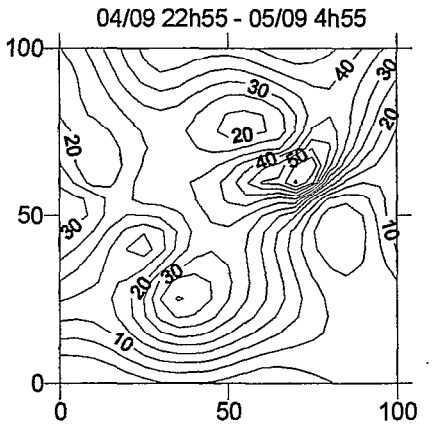

25/08 19h05 - 26/08 0h20

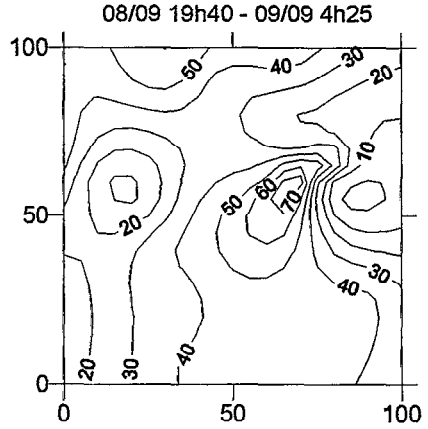

27/08 20h40 - 22h10

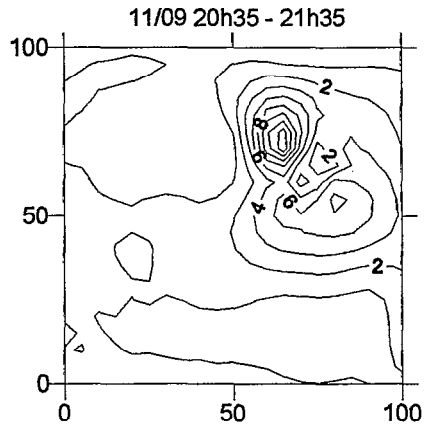

27/08 22h20 - 28/08 1h15

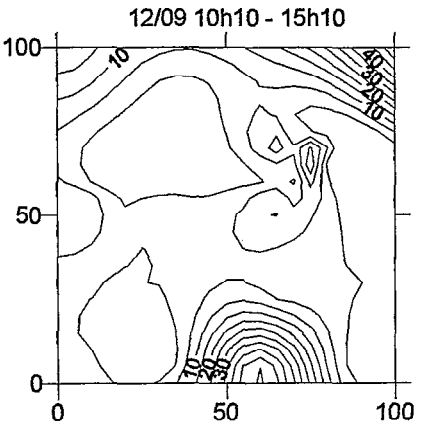

29/08 7h30 - 11h40

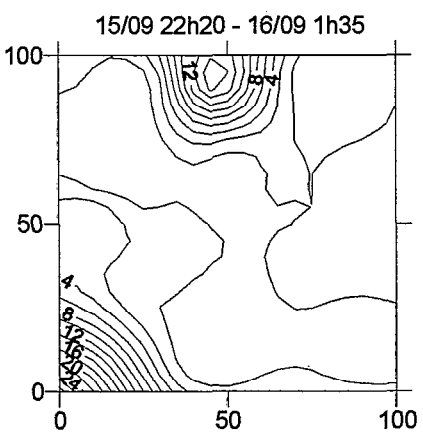

01/09 6h00 - 10h20

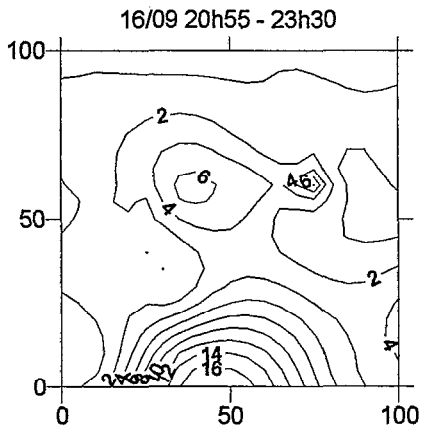

04/09 22h55 - 05/09 4h55

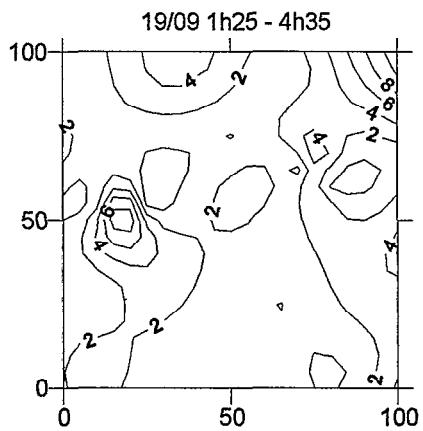

08/09 19h40 - 09/09 4h25

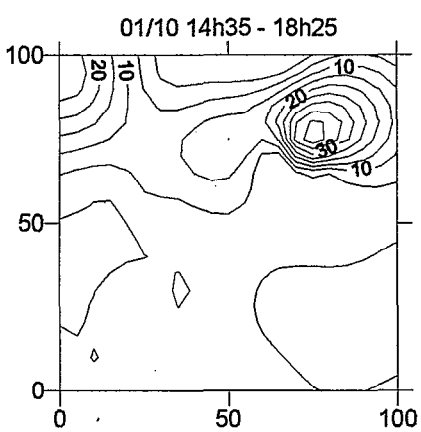

11/09 20h35 - 21h35

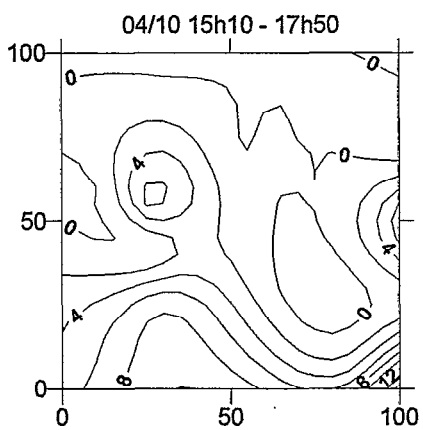

12/09 10h10 - 15h10

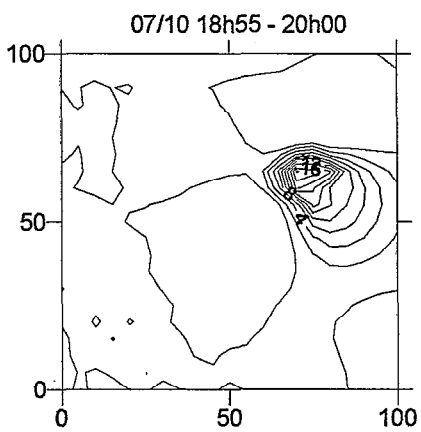

15/09 22h20 - 16/09 1h35
100
50
0
0
50
100

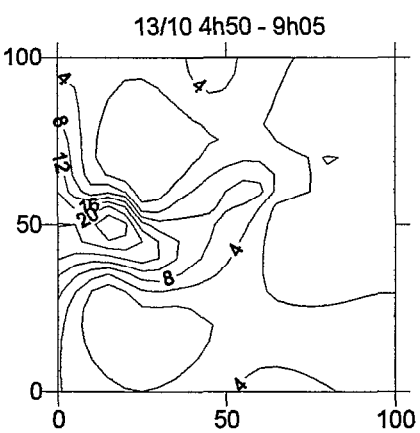

16/09 20h55 - 23h30
100
50
0
0
50
100

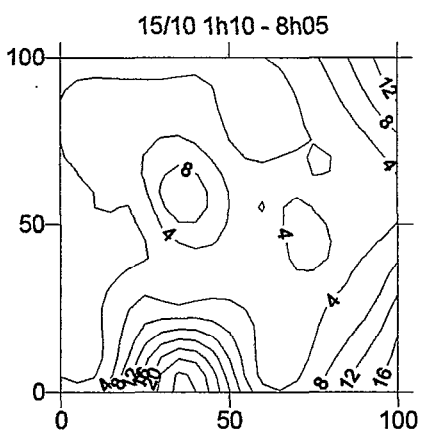

19/09 1h25 - 4h35
100
50
0
0
50
100

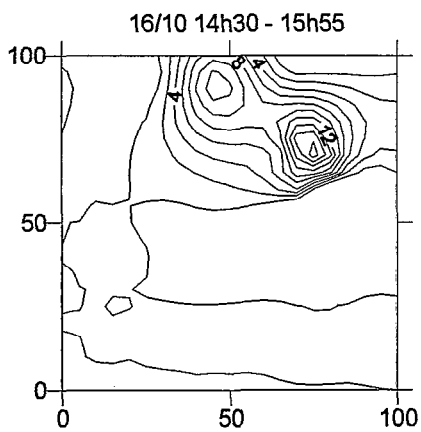

01/10 14h35 - 18h25
100
50
0
0
50
100

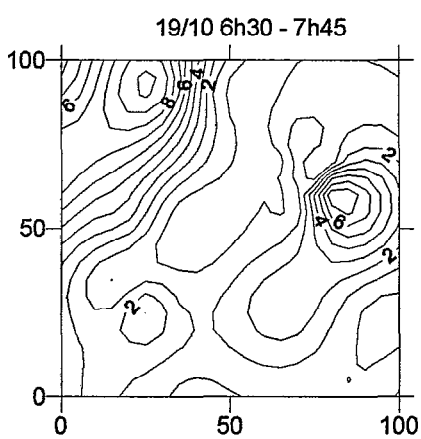

04/10 15h10 - 17h50
100
50
0
0
50
100


07/10 18h55 - 20h00
100
50
0
0
50
100


13/10 4h50 - 9h05
100
50
0
0
50
100


15/10 1h10 - 8h05
100
50
0
0
50
100


16/10 14h30 - 15h55
100
50
0
0
50
100


19/10 6h30 - 7h45
100
50
0
0
50
100

ANNEXE 3.
TABLEAUX DE CUMULS JOURNALIERS

Pluies journalières corrigées par les valeurs seau (de 6h à 6h) en 1/10 mm

Station : Banizoumbou en 1994

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov
1	.	.	.	.	.	.	.	87.	15.	17.	---
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	---
3	.	.	.	.	.	.	.	316.	.	.	---
4	.	.	.	.	.	27.	27.	.	567.	.	---
5	.	.	.	.	.	14.	.	239.	.	.	---
6	.	.	.	.	.	.	.	76.	.	.	---
7	.	.	.	.	.	.	16.	142.	.	195.	---
8	.	.	.	.	.	.	98.	27.	707.	.	---
9	.	.	.	.	.	.	.	44.	.	.	---
10	.	.	.	.	75.	14.	.	5.	47.	.	---
11	.	.	.	.	.	.	.	.	10.	.	---
12	.	.	.	.	.	.	261.	.	5.	6.	---
13	.	.	.	.	.	23.	5.	251.	.	.	---
14	.	.	.	.	.	.	.	64.	.	11.	---
15	.	.	.	.	.	243.	.	15.	21.	.	---
16	.	.	.	.	.	.	.	.	78.	34.	---
17	.	.	.	.	.	33.	.	.	10.	.	---
18	.	.	.	.	.	.	.	.	36.	.	---
19	.	.	.	.	65.	.	.	182.	.	17.	---
20	.	.	.	32.	.	.	624.	64.	.	---	---
21	.	.	.	.	.	23.	988.	5.	.	---	---
22	.	.	.	.	.	.	33.	163.	.	---	---
23	.	.	.	.	.	.	.	286.	.	---	---
24	.	.	.	.	.	.	.	15.	.	---	---
25	.	.	.	.	.	.	.	138.	.	---	---
26	.	.	.	.	.	11.	256.	.	.	---	---
27	.	.	.	.	.	.	.	64.	.	---	---
28	.	.	.	.	.	.	.	5.	.	---	---
29	.	^^^^^^	.	.	.	.	.	59.	.	---	---
30	.	^^^^^^	.	.	.	.	.	.	.	---	---
31	.	^^^^^^	.	^^^^^^	.	^^^^^^	.	.	^^^^^^	---	^^^^
Cum.	.	.	.	32.	140.	388.	2308.	2247.	1496.	280.	
Max.	.	.	.	32.	75.	243.	988.	316.	707.	195.	

Total sur la periode de fonctionnement = 6891

Pluies journalières corrigées par les valeurs seau (de 6h à 6h) en 1/10 mm

Station : Gorou Goussa en 1994

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov
1	---	---	---	.	.	.	.	323.	202.	270.	---
2	---	---	---	.	.	.	.	29.	5.	.	---
3	---	---	---	.	.	.	.	164.	.	.	---
4	---	---	---	.	.	9.	19.	.	187.	.	---
5	---	---	---	.	31.	5.	.	209.	.	.	---
6	---	---	---	.	.	.	.	162.	.	.	---
7	---	---	---	.	.	.	250.	19.	.	5.	---
8	---	---	---	.	.	.	.	.	384.	.	---
9	---	---	---	.	.	.	.	14.	.	.	---
10	---	---	---	.	4.	.	.	.	130.	.	---
11	---	---	---	.	.	169.	.	43.	.	.	---
12	---	---	---	.	.	.	201.	.	149.	.	---
13	---	---	---	.	.	.	133.	53.	5.	37.	---
14	---	---	---	.	.	5.	.	398.	.	.	---
15	---	---	---	.	.	.	15.	19.	5.	.	---
16	---	---	---	.	.	.	.	.	.	5.	---
17	---	---	---	.	.	25.	20.	.	9.	.	---
18	---	---	.	.	8.	.	5.	.	28.	.	---
19	---	---	.	.	.	.	.	131.	5.	51.	---
20	---	---	.	86.	.	.	.	84.	.	---	---
21	---	---	.	.	.	.	72.	.	.	---	---
22	---	---	.	.	.	.	.	58.	.	---	---
23	---	---	.	.	.	25.	.	96.	.	---	---
24	---	---	.	.	.	.	.	.	.	---	---
25	---	---	.	.	4.	.	227.	34.	.	---	---
26	---	---	.	.	.	.	252.	.	.	---	---
27	---	---	.	.	.	.	.	5.	.	---	---
28	---	---	.	.	.	.	.	.	.	---	---
29	---	^^^^^^	.	.	15.	.	.	77.	.	---	---
30	---	^^^^^^	.	.	.	.	.	.	.	---	---
31	---	^^^^^^	.	^^^^^^	.	^^^^^^	.	.	^^^^^^	---	^^^^
Cum.	.	.	.	86.	62.	238.	1194.	1918.	1109.	368.	
Max.	.	.	.	86.	31.	169.	252.	398.	384.	270.	

Total sur la periode de fonctionnement = 4975

Pluies journalières corrigées par les valeurs seau (de 6h à 6h) en 1/10 mm

Station : Niamey IRI en 1994

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov
. 1	.	.	.	.	.	.	.	270.	97.	.	---
. 2	.	.	.	.	.	.	210.	.	.	.	---
. 3	.	.	.	.	.	.	30.	339.	.	19.	---
. 4	.	.	.	.	.	422.	30.	5.	277.	5.	---
. 5	.	.	.	.	16.	24.	.	207.	.	.	---
. 6	.	.	.	.	.	.	.	198.	.	.	---
. 7	.	.	.	.	.	.	5.	210.	.	44.	---
. 8	.	.	.	.	.	.	.	15.	157.	19.	---
. 9	.	.	.	.	.	.	.	12.	5.	.	---
.10	.	.	.	.	.	44.	.	13.	.	.	---
.11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	---
.12	.	.	.	.	16.	.	94.	.	69.	73.	---
.13	.	.	.	.	.	.	60.	732.	.	73.	---
.14	.	.	.	.	.	.	.	93.	.	.	---
.15	.	.	.	.	.	.	.	15.	30.	.	---
.16	.	.	.	.	.	.	.	5.	5.	.	---
.17	.	.	.	.	16.	148.	.	.	69.	.	---
.18	.	.	.	.	.	.	.	.	30.	.	---
.19	.	.	.	.	16.	.	.	40.	.	53.	---
.20	.	.	.	9.	.	40.	65.	146.	.	.	---
.21	.	.	.	.	.	.	870.	.	.	.	---
.22	.	.	.	.	.	.	30.	310.	.	.	---
.23	.	.	.	.	.	.	.	260.	.	.	---
.24	.	.	.	.	.	.	.	93.	.	.	---
.25	.	.	.	.	155.	.	.	49.	.	---	---
.26	.	.	.	.	.	.	459.	.	.	---	---
.27	.	.	.	.	.	.	.	15.	.	---	---
.28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	---	---
.29	.	^^^^^^	.	.	.	.	.	24.	.	---	---
.30	.	^^^^^^	.	28.	.	.	.	.	.	---	---
.31	.	^^^^^^	.	^^^^^^	.	^^^^^^	.	.	^^^^^^	---	^^^^
.Cum.	.	.	.	37.	219.	678.	1853.	3051.	739.	286.	
.Max.	.	.	.	28.	155.	422.	870.	732.	277.	73.	

Total sur la periode de fonctionnement = 6863

Pluies journalières corrigées par les valeurs seau (de 6h à 6h) en 1/10 mm

Station : Niamey Aeroport en 1994

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov
1	.	.	.	.	.	.	186.	146.	180.	.	---
2	.	.	.	.	.	.	214.	.	.	.	---
3	.	.	.	.	.	.	5.	134.	.	.	---
4	.	.	.	.	.	141.	14.	5.	214.	19.	---
5	.	.	.	.	35.	33.	.	213.	.	.	---
6	.	.	.	.	.	.	.	460.	.	.	---
7	.	.	.	.	.	.	24.	5.	.	10.	---
8	.	.	.	.	.	.	5.	14.	91.	24.	---
9	.	.	.	.	.	.	.	48.	.	.	---
10	.	.	.	.	.	315.	.	5.	.	.	---
11	.	.	.	.	.	5.	.	.	.	.	---
12	.	.	.	.	.	.	10.	.	.	53.	---
13	.	.	.	.	.	.	53.	803.	.	187.	---
14	.	.	.	.	.	.	.	96.	.	.	---
15	.	.	.	.	.	9.	.	19.	14.	.	---
16	.	.	.	.	15.	.	.	.	38.	.	---
17	.	.	.	.	.	135.	.	.	33.	.	---
18	.	.	.	.	.	.	.	.	105.	.	---
19	.	.	.	.	.	.	.	87.	.	37.	---
20	.	.	.	172.	.	.	43.	67.	.	.	---
21	.	.	.	.	.	.	1048.	.	.	.	---
22	.	.	.	.	.	.	174.	346.	.	.	---
23	.	.	.	.	.	.	.	178.	.	.	---
24	.	.	.	.	.	.	.	19.	.	.	---
25	.	.	.	.	22.	.	.	85.	.	---	. ---
26	.	.	.	.	.	.	82.	.	.	---	. ---
27	.	.	.	.	.	.	.	9.	.	---	. ---
28	.	.	.	.	.	.	.	5.	.	---	. ---
29	.	^^^^^^	.	.	.	.	.	14.	.	---	. ---
30	.	^^^^^^	.	65.	.	.	.	.	.	---	. ---
31	.	^^^^^^	.	^^^^^^	.	^^^^^^	.	.	^^^^^^	---	^^^^
Cum.	.	.	.	237.	72.	638.	1858.	2758.	675.	330.	
Max.	.	.	.	172.	35.	315.	1048.	803.	214.	187.	

Total sur la periode de fonctionnement = 6568

Pluies journalières corrigées par les valeurs seau (de 6h à 6h) en 1/10 mm

Station : Niamey ORSTOM en 1994

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov
1	.	.	.	.	.	.	24.	307.	245.	.	---
2	.	.	.	.	.	.	101.	.	.	.	---
3	.	.	.	.	.	.	34.	262.	.	.	---
4	.	.	.	.	.	323.	24.	5.	185.	.	---
5	.	.	.	.	5.	24.	.	188.	.	.	---
6	.	.	.	.	.	.	.	325.	.	.	---
7	.	.	.	.	.	.	.	30.	.	.	---
8	.	.	.	.	.	.	.	15.	127.	10.	---
9	.	.	.	.	.	.	.	25.	.	.	---
10	.	.	.	.	.	47.	.	10.	64.	.	---
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	---
12	.	.	.	.	62.	.	144.	.	5.	.	---
13	.	.	.	.	.	.	54.	670.	.	68.	---
14	.	.	.	.	.	.	.	109.	.	.	---
15	.	.	.	.	.	19.	.	25.	5.	.	---
16	.	.	.	.	.	.	.	.	20.	.	---
17	.	.	.	.	13.	210.	.	.	15.	.	---
18	.	.	.	.	.	.	.	.	59.	.	---
19	.	.	.	.	277.	.	.	91.	.	60.	---
20	.	.	.	217.	.	112.	21.	102.	.	.	---
21	.	.	.	.	.	.	698.	.	.	.	---
22	.	.	.	.	.	.	104.	154.	.	.	---
23	.	.	.	.	.	.	.	252.	.	.	---
24	.	.	.	.	.	.	.	69.	.	---	---
25	.	.	.	.	199.	.	.	59.	.	---	---
26	.	.	.	.	.	.	423.	.	.	---	---
27	.	.	.	.	.	.	.	15.	.	---	---
28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	---	---
29	.	^^^^^^	.	.	.	.	.	25.	.	---	---
30	.	^^^^^^	.	19.	.	.	.	.	.	---	---
31	.	^^^^^^	.	^^^^^^	.	^^^^^^	.	.	^^^^^^	---	^^^^
Cum.	.	.	.	236.	556.	735.	1627.	2738.	725.	138.	
Max.	.	.	.	217.	277.	323.	698.	670.	245.	68.	

Total sur la periode de fonctionnement = 6755

Pluies journalières corrigées par les valeurs seau (de 6h à 6h) en 1/10 mm

Station : Torodi en 1994

Jour	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov
1	---	---	---	.	.	.	.	121.	25.	94.	---
2	---	---	---	.	.	.	398.	.	5.	.	---
3	---	---	---	.	.	.	214.	776.	.	.	---
4	---	---	---	.	.	125.	228.	171.	25.	70.	---
5	---	---	---	.	5.	67.	.	35.	.	5.	---
6	---	---	---	.	.	.	.	60.	5.	.	---
7	---	---	---	.	.	.	53.	10.	.	254.	---
8	---	---	---	.	.	.	103.	134.	75.	.	---
9	---	---	---	.	.	.	.	.	.	.	---
10	---	---	---	.	61.	14.	.	204.	15.	.	---
11	---	---	---	.	.	.	.	124.	.	.	---
12	---	---	---	.	57.	.	78.	.	.	.	---
13	---	---	---	.	.	.	.	278.	90.	134.	---
14	---	---	---	.	.	.	.	184.	5.	34.	---
15	---	---	---	.	.	.	.	45.	358.	71.	---
16	---	---	---	.	.	.	.	.	110.	.	---
17	---	---	---	.	.	291.	.	.	10.	.	---
18	---	---	---	.	.	5.	.	.	.	.	---
19	---	---	---	.	.	.	73.	.	.	60.	---
20	---	---	---	136.	.	.	98.	114.	.	5.	---
21	---	---	---	.	.	24.	617.	.	.	.	---
22	---	---	---	.	.	.	25.	224.	.	.	---
23	---	---	---	5.	.	291.	.	587.	.	.	---
24	---	---	---	.	.	.	.	426.	.	.	---
25	---	---	---	.	116.	.	.	266.	.	.	---
26	---	---	---	.	.	.	116.	.	.	---	---
27	---	---	---	.	.	.	.	65.	.	---	---
28	---	---	---	.	.	.	.	.	.	---	---
29	---	^^^^^^	---	.	.	.	.	25.	129.	---	---
30	---	^^^^^^	---	.	.	.	.	.	.	---	---
31	---	^^^^^^	.	^^^^^^	.	^^^^^^	.	.	^^^^^^	---	^^^^
Cum.	.	.	.	141.	239.	817.	2003.	3849.	852.	727.	
Max.	.	.	.	136.	116.	291.	617.	776.	358.	254.	

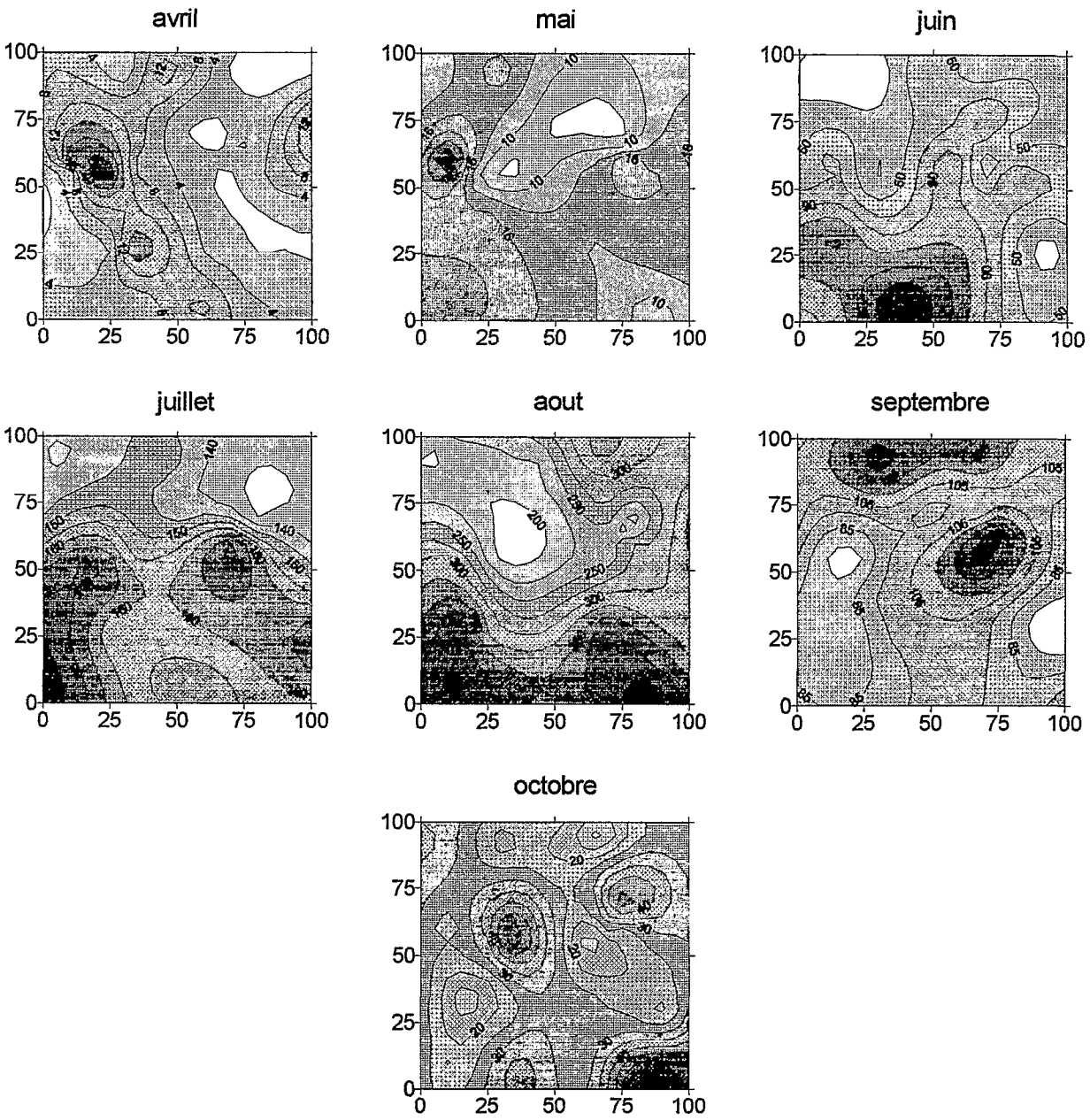
Total sur la periode de fonctionnement = 8628

ANNEXE 4.
CUMULS MENSUELS

Tableau A-4.1: Cumuls mensuels enregistrés aux 71 stations (cône de réception 1,50 m au-dessus du sol) du réseau EPSAT-NIGER pour les mois d'avril à octobre 1994.

Station	n° epsat	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre
Alkama	43	0,0	10,6	45,4	148,1	281,7	114,3	22,6
Banizoumbou	11	3,2	14,0	38,8	230,8	224,7	149,6	28,0
Bazanga Bangou	5	0,5					142,2	5,7
Beri Koira	21	0,0	1,5	65,0	103,5	219,5	85,2	24,2
Berkiawel	28	6,8	0,0	97,5	115,5	181,4	98,7	66,5
Bololadie	84	2,3	22,3	113,0	183,6	287,4	64,9	46,9
Boubon Golf	85	0,0	1,7	32,7	89,2	240,2	130,5	34,9
Brousse Tigree	401	0,0	26,6	50,9	158,2	290,6	110,5	7,6
Chef de Village	268	0,0	7,9	39,1	175,1	216,7	134,7	20,2
Darey	18		8,1	47,7	109,9	220,5	95,4	45,2
Debere Gati	25	6,1	28,4	101,3	185,3	410,8	67,3	14,6
Fandou Beri	9	1,4	14,6	93,6	178,6	231,4	126,2	14,6
Gamonzon	34	2,4	13,2	77,5	91,9	344,2	70,7	34,3
Gardana Kouara	50	0,0	22,6	19,5	143,4	222,0	162,2	13,0
Gorou Goussa	80	8,6	6,2	23,8	119,4	191,8	110,9	36,8
Guilahel	49		33,7	127,2	177,5	391,8	70,5	5,3
Harikanassou	41	0,0	16,0	25,3	182,7	319,8	54,8	14,2
IH Jachere hapex1	105	3,4	19,0	109,8	107,2	311,5	76,8	22,3
IH Mil	106	22,7	16,5	140,1	165,3	299,3	97,6	19,5
Kaligorou	61	27,7	24,1	45,8	208,7	386,4	71,1	31,0
Kare	29	4,3	18,3	170,7	149,3	363,2	89,7	40,2
Kokorbe Fandou	73	0,6	4,2	36,9	138,0	337,5	157,0	0,0
Kollo	54	11,0	19,3	67,5	179,3	266,7	100,5	19,4
Koure Kobade	26	0,0	5,6	72,2	132,5	352,3	125,3	60,5
Koure Sud	51	0,0	11,4	102,6	161,1	381,2	104,8	24,0
Koyria	82	2,8	12,9	69,6	196,0	194,5	104,1	33,8
Mali Djibo	269		9,6	42,1	199,4	245,1	172,3	37,5
Massi Koubou	78	15,6	9,6	61,9	176,2	224,6	134,0	19,7
Niamey Aeroport	94	23,7	7,2	63,8	185,8	275,8	67,5	33,0
Niamey IRI	83	3,7	21,9	67,8	185,3	305,1	73,9	28,6
Niamey ORSTOM	70	23,6	55,6	73,5	162,7	273,8	72,5	13,8
Sandideye	57	0,0	23,6	65,9	242,5	270,9	53,8	58,0
Samadey 1	404	0,0	6,2	49,0	103,5	202,8	160,0	44,8
Samadey 2	405	0,9	7,6	55,4	162,3	217,4	130,4	39,0
Samadey 3	406	0,0	8,5	54,6	128,0	207,7	135,4	37,8
Samadey 4	407	0,0	3,1	60,7	141,3	226,4	121,3	52,4
Samadey 5	408	0,0	8,4	55,5	107,1	205,8	176,5	45,7
SD Bagou	410			54,8	139,0	225,6	144,3	37,5
SD Jupe 1	402	0,0	22,9	47,5	166,6	272,9	128,2	10,6
SD Jupe 2	403	1,8	21,1	49,0	168,5	269,5	123,5	12,7
SD Rive Droite	409	0,0	14,7	42,3	212,9	245,1	167,0	33,5
Tanaberi	32	13,5	14,3	123,3	135,0			23,4
Torodi	86	14,1	23,9	81,7	200,3	384,9	85,2	72,7
Wankama	116	0,4	5,8	84,7	151,5	271,4	80,5	51,0
Wankama Ouest	267		1,2	78,6	111,6	276,3	90,1	23,9
Yillade	35	4,0	2,9	48,9	158,3	415,5	82,9	77,1
Kobong 304	304	33,7	2,5	40,5	210,0	249,6	52,7	22,5
Kobong 306	306	32,0	1,4	40,1	223,0	242,6	55,2	25,5
Kobong 308	308	30,8	1,0	43,0	222,6	226,6	66,8	19,2
Kobong 310	310	33,5	3,4	39,4	204,2	233,0	65,0	21,0

Figure A-4.1: Cartes d'hysohyètes mensuels obtenues par krigeage des 71 stations (cône de réception 1,50 m au-dessus du sol) du réseau EPSAT-NIGER pour les mois d'avril à octobre.



ANNEXE 5.
CUMULS SAISONNIERS AUX POSTES DU RESEAU DU NIGER

long.	lat.	mm	station
3.43	14.95	337.1	ABALA
6.25	15.47	587.0	ABALAK
7.85	15.61	145.4	ADERBISSINAT
6.78	14.33	317.1	ADJE KORIA
7.98	16.97	225.1	AGADEZ
7.33	18.50	84.8	ARLIT
6.92	13.43	662.8	ATCHIDA KOFATO
0.85	14.75	413.2	AYOROU
3.30	14.12	509.9	BAGAROUA
8.78	14.27	432.9	BAKIN-BIRGI
2.97	13.77	557.8	BALLEYARA
5.08	14.72	458.9	BAMBEYE
8.88	13.18	554.2	BANDE HAOUSSA
6.10	13.72	551.8	BANGUI
0.72	14.57	543.0	BANKILARE
8.07	14.65	325.1	BELBEDJI
2.87	12.75	898.6	BEYLANDE
12.92	18.68	6.2	BILMA
2.90	13.08	669.6	BIRNI NGOUARE
10.00	14.18	362.9	BIRNI NKAZOE
5.28	13.80	732.6	BIRNI N KONNI
3.07	14.00	641.5	BONKOUKOU
13.32	14.72	406.3	BOSSO
12.27	13.17	439.8	BOUDOUM
6.05	14.42	698.8	BOUZA
3.43	14.42	605.2	CHIKAL
9.47	14.17	449.4	DAMAGARA-TAK.
3.07	13.90	381.9	DAMANA
8.33	13.17	667.0	DAN BARTO
7.32	13.88	780.3	DAN MEIRO
5.02	14.27	484.1	DANGONA
1.82	13.92	469.3	DARGOL
12.62	13.42	499.3	DIFFA
3.53	12.55	1020.9	DIOUNDIOU
11.58	13.57	439.2	DJAJIRI
7.13	13.40	579.9	DJIRATAWA
8.23	13.30	603.2	DODORI
9.33	12.90	657.3	DOGO
4.00	13.63	611.2	DOGONDOUTCHI
4.35	14.07	594.4	DOGONKIRIA
0.28	14.68	383.2	DOLBEL
3.18	13.02	869.7	DOSSO
9.33	13.07	527.0	DUNGASS
2.85	12.53	1092.4	FALMEY
3.58	13.52	772.6	FALOUEL
2.88	13.85	543.3	FANDOU MAYAKI
3.32	14.35	607.8	FILINGUE
7.05	13.23	638.6	GABI MAYAKI
5.77	14.55	691.8	GARHANGA
3.45	11.88	952.4	GAYA
7.92	13.85	525.9	GAZAOUA
1.58	13.82	576.7	GOTHEYE
9.50	13.33	503.5	GOUCHI
11.17	13.72	543.4	GOUDOUMARIA
7.23	14.65	461.3	GOULA
10.30	13.98	427.2	GOURE
3.88	12.92	962.6	GUECHEME
12.85	13.43	326.4	GUESKEROU
5.32	14.02	654.0	GUIDAN IDDER
9.83	13.67	564.3	GUIDIGUIR
9.55	13.68	659.6	GUIDIMOUNI
8.38	19.08	56.4	IFEROUANE

long.	lat.	mm	station
5.25	14.47	565.8	ILLELA
6.90	16.78	217.7	IN-GALL
6.62	14.70	551.1	INTOULA
5.75	15.23	574.5	KAO
5.67	14.47	427.1	KAOUARA ABDOU
3.63	12.80	833.0	KARA - KARA
1.82	13.67	552.9	KARMA
5.77	14.77	644.7	KEITA
11.73	13.55	391.0	KELA KARM
2.35	13.30	715.3	KOLO
6.90	14.10	412.0	KORNAKA
3.73	12.90	593.9	LIDO
3.23	13.60	657.6	LOGA
1.58	13.92	88.3	LOSSA
5.98	14.12	621.2	MADAOUA
8.93	12.98	646.8	MAGARIA
11.98	13.23	513.2	MAINE-SOROA
5.50	13.97	696.3	MALBAZA
7.08	13.47	528.9	MARADI VILLE
7.07	13.08	778.5	MARAKA
2.85	13.10	704.3	MARGOU
9.15	13.72	607.1	MYRRIAH
2.15	13.48	656.8	NIAMEY AEROPORT
2.13	13.50	675.5	NIAMEY ORSTOM
13.12	14.25	428.2	N GUIGMI
13.20	15.30	85.3	N GOURTI
9.28	13.37	660.0	OUACHA
2.08	14.32	456.9	OUALLAM
8.13	14.02	441.1	OURAFANE
3.43	12.82	958.5	SABON-GARI
8.73	14.63	353.7	SABONKAFI
7.12	13.40	479.3	SAFO
3.07	12.40	921.8	SAMBERA
1.60	13.83	577.9	SANSANE HAOUSSA
8.45	13.35	673.6	SAOUNI
8.50	13.13	862.2	SASSOUMBROUM
2.35	13.10	912.4	SAY
2.13	14.13	390.7	SIMIRI
7.52	14.70	308.6	SOLI
3.30	14.90	635.7	TAHOUA
8.52	13.67	432.8	TAKIETA
8.82	14.95	278.8	TANOUT
2.40	12.47	1177.8	TAPOA
5.70	16.86	215.3	TASSARA
7.45	13.55	525.7	TCHADOUA
5.80	15.88	378.6	TCHINTABARADEN
4.45	14.82	488.4	TEBARAM
0.82	14.03	560.2	TERA
3.40	12.77	1053.1	TESSA
7.98	13.75	420.4	TESSAOUA
4.00	13.10	760.9	TIBIRI
7.03	13.58	729.0	TIBIRI MARADI
1.45	14.20	403.9	TILLABERY
4.78	16.13	294.6	TILLIA
1.80	13.12	918.4	TORODI
3.28	14.50	515.1	TOUKOUNOUS
5.33	13.88	658.6	TSERNAOUA
8.40	14.35	406.2	YAGAGI
3.57	12.25	900.5	YELOU
2.98	13.43	683.2	YENI
8.98	13.78	535.7	ZINDER

ANNEXE 6.
LISTE DES FICHIERS CREES LORS DU TRAITEMENT DES DONNEES PLUVIOGRAPHIQUES

Tableau A-6.1: Liste des fichiers .oe3, images cartouches.

alkama1	oe3	chedvil1	oe3	gorouso7	oe3	kobo3026	oe3	kobo3125	oe3
alkama2	oe3	chedvil2	oe3	gorouso8	oe3	kobo3031	oe3	kobo3131	oe3
alkama3	oe3	chedvil3	oe3	guilahe1	oe3	kobo3032	oe3	kobo3132	oe3
alkama4	oe3	chedvil4	oe3	guilahe2	oe3	kobo3033	oe3	kobo3133	oe3
banizos1	oe3	darey1	oe3	guilahe3	oe3	kobo3034	oe3	kobo3134	oe3
banizos2	oe3	darey2	oe3	guilahe4	oe3	kobo3035	oe3	kobo3135	oe3
banizos3	oe3	darey3	oe3	guilahe5	oe3	kobo3037	oe3	kobo3141	oe3
banizos4	oe3	darey4	oe3	harikan1	oe3	kobo3041	oe3	kobo3142	oe3
banizos5	oe3	darey5	oe3	harikan2	oe3	kobo3042	oe3	kobo3143	oe3
banizou1	oe3	darey6	oe3	harikan3	oe3	kobo3043	oe3	kobo3144	oe3
banizou2	oe3	darey7	oe3	harikan4	oe3	kobo3044	oe3	kobo3145	oe3
banizou3	oe3	debereg1	oe3	harikan5	oe3	kobo3045	oe3	kobo3151	oe3
banizou4	oe3	debereg2	oe3	ihjache1	oe3	kobo3051	oe3	kobo3152	oe3
banizou5	oe3	debereg3	oe3	ihjache2	oe3	kobo3052	oe3	kobo3153	oe3
bazanga1	oe3	debereg4	oe3	ihjache3	oe3	kobo3053	oe3	kobo3154	oe3
bazanga2	oe3	debereg5	oe3	ihjache4	oe3	kobo3054	oe3	kobo3155	oe3
bazanga3	oe3	deberes1	oe3	ihjache5	oe3	kobo3055	oe3	kobo3161	oe3
bazanga4	oe3	deberes2	oe3	ihjache6	oe3	kobo3061	oe3	kobo3162	oe3
bazanga5	oe3	deberes3	oe3	ihmil1	oe3	kobo3062	oe3	kobo3163	oe3
bazanga6	oe3	deberes4	oe3	ihmil2	oe3	kobo3063	oe3	kobo3164	oe3
berikoi1	oe3	deberes5	oe3	ihmil3	oe3	kobo3064	oe3	kobo3165	oe3
berikoi2	oe3	deberes6	oe3	ihmil4	oe3	kobo3065	oe3	kobo3171	oe3
berikoi3	oe3	deberes7	oe3	ihmil5	oe3	kobo3071	oe3	kobo3172	oe3
berikoi4	oe3	fandoub1	oe3	ihmil6	oe3	kobo3072	oe3	kobo3173	oe3
berikoi5	oe3	fandoub2	oe3	iri1	oe3	kobo3073	oe3	kobo3174	oe3
berikoi6	oe3	fandoub3	oe3	iri2	oe3	kobo3074	oe3	kobo3175	oe3
berkiaw1	oe3	fandoub4	oe3	iri3	oe3	kobo3075	oe3	kobo3181	oe3
berkiaw2	oe3	fandoub5	oe3	iri4	oe3	kobo3081	oe3	kobo3182	oe3
berkiaw3	oe3	gamonzo1	oe3	iri5	oe3	kobo3082	oe3	kobo3183	oe3
berkiaw4	oe3	gamonzo2	oe3	kaligor1	oe3	kobo3083	oe3	kobo3184	oe3
berkiaw5	oe3	gamonzo3	oe3	kaligor2	oe3	kobo3084	oe3	kobo3185	oe3
berkiaw6	oe3	gamonzo4	oe3	kaligor3	oe3	kobo3085	oe3	kobo3186	oe3
bololad1	oe3	gamonzo5	oe3	kaligor4	oe3	kobo3091	oe3	kobo3191	oe3
bololad2	oe3	gardana1	oe3	kaligor5	oe3	kobo3092	oe3	kobo3192	oe3
bololad3	oe3	gardana2	oe3	kare1	oe3	kobo3093	oe3	kobo3193	oe3
bololad4	oe3	gardana3	oe3	kare2	oe3	kobo3094	oe3	kobo3194	oe3
bololad5	oe3	gardana4	oe3	kare3	oe3	kobo3095	oe3	kobo3195	oe3
bololad6	oe3	gardana5	oe3	kare4	oe3	kobo3101	oe3	kobo3201	oe3
boubon1	oe3	gorougo1	oe3	kare5	oe3	kobo3102	oe3	kobo3202	oe3
boubon2	oe3	gorougo2	oe3	kobo3011	oe3	kobo3103	oe3	kobo3203	oe3
boubon3	oe3	gorougo3	oe3	kobo3012	oe3	kobo3104	oe3	kobo3204	oe3
boubon4	oe3	gorougo4	oe3	kobo3013	oe3	kobo3105	oe3	kobo3206	oe3
boubon5	oe3	gorougo5	oe3	kobo3014	oe3	kobo3111	oe3	kobo3207	oe3
brousse1	oe3	gorougo6	oe3	kobo3015	oe3	kobo3112	oe3	kobo3211	oe3
brousse2	oe3	gorougo7	oe3	kobo3016	oe3	kobo3113	oe3	kobo3212	oe3
brousse3	oe3	gorouso1	oe3	kobo3017	oe3	kobo3114	oe3	kobo3213	oe3
brousse4	oe3	gorouso2	oe3	kobo3021	oe3	kobo3115	oe3	kobo3214	oe3
brousse5	oe3	gorouso3	oe3	kobo3022	oe3	kobo3121	oe3	kobo3215	oe3
brousse6	oe3	gorouso4	oe3	kobo3023	oe3	kobo3122	oe3	kobo3221	oe3
brousse7	oe3	gorouso5	oe3	kobo3024	oe3	kobo3123	oe3	kobo3222	oe3
brousse8	oe3	gorouso6	oe3	kobo3025	oe3	kobo3124	oe3	kobo3223	oe3

suite du tableau A-6.1

kobo3224	oe3	kobo3252	oe3	samad13	oe3	sdjupe12	oe3
kobo3225	oe3	kobo3253	oe3	samad14	oe3	sdjupe13	oe3
kobo3226	oe3	kobo3254	oe3	samad15	oe3	sdjupe14	oe3
kobo3227	oe3	kobo3255	oe3	samad16	oe3	sdjupe15	oe3
kobo3231	oe3	kokorbe1	oe3	samad17	oe3	sdjupe16	oe3
kobo3232	oe3	kokorbe2	oe3	samad18	oe3	sdjupe17	oe3
kobo3233	oe3	kokorbe3	oe3	samad21	oe3	sdjupe18	oe3
kobo3234	oe3	kokorbe4	oe3	samad22	oe3	sdjupe21	oe3
kobo3235	oe3	kokorbe5	oe3	samad23	oe3	sdjupe22	oe3
kobo3241	oe3	kollo1	oe3	samad24	oe3	sdjupe23	oe3
kobo3242	oe3	kollo2	oe3	samad25	oe3	sdjupe24	oe3
kobo3243	oe3	kollo3	oe3	samad26	oe3	sdjupe25	oe3
kobo3244	oe3	kollo4	oe3	samad27	oe3	sdjupe26	oe3
kobo3245	oe3	kollo5	oe3	samad28	oe3	sdjupe27	oe3
kobo3246	oe3	kollo6	oe3	samad31	oe3	sdjupe28	oe3
kobo3252	oe3	kolloso1	oe3	samad32	oe3	tanaber1	oe3
kobo3253	oe3	kolloso2	oe3	samad33	oe3	tanaber2	oe3
kobo3254	oe3	kolloso3	oe3	samad34	oe3	tanaber3	oe3
kobo3255	oe3	kolloso4	oe3	samad35	oe3	tanaber4	oe3
kokorbe1	oe3	kolloso5	oe3	samad36	oe3	tanaber5	oe3
kokorbe2	oe3	koureko1	oe3	samad37	oe3	tanaber6	oe3
kokorbe3	oe3	koureko2	oe3	samad38	oe3	tanaber7	oe3
kokorbe4	oe3	koureko3	oe3	samad41	oe3	torodi1	oe3
kokorbe5	oe3	koureko4	oe3	samad42	oe3	torodi2	oe3
kollo1	oe3	koureko5	oe3	samad43	oe3	torodi3	oe3
kollo2	oe3	kouresu1	oe3	samad44	oe3	torodi4	oe3
kollo3	oe3	kouresu2	oe3	samad45	oe3	torodi5	oe3
kollo4	oe3	kouresu3	oe3	samad46	oe3	torodi6	oe3
kollo5	oe3	kouresu4	oe3	samad47	oe3	wankama1	oe3
kollo6	oe3	kouresu5	oe3	samad48	oe3	wankama2	oe3
kolloso1	oe3	koyria1	oe3	samad51	oe3	wankama3	oe3
kolloso2	oe3	koyria2	oe3	samad52	oe3	wankama4	oe3
kolloso3	oe3	koyria3	oe3	samad53	oe3	wankama5	oe3
kolloso4	oe3	koyria4	oe3	samad54	oe3	wankama6	oe3
kolloso5	oe3	koyria5	oe3	samad55	oe3	wankawe1	oe3
koureko1	oe3	malidji1	oe3	samad56	oe3	wankawe2	oe3
koureko2	oe3	malidji2	oe3	samad57	oe3	wankawe3	oe3
koureko3	oe3	malidji3	oe3	samad58	oe3	wankawe4	oe3
koureko4	oe3	malidji4	oe3	samadrd1	oe3	wankawe5	oe3
koureko5	oe3	massiko1	oe3	samadrd2	oe3	yillade1	oe3
kouresu1	oe3	massiko2	oe3	samadrd3	oe3	yillade2	oe3
kouresu2	oe3	massiko3	oe3	samadrd4	oe3	yillade3	oe3
kouresu3	oe3	massiko4	oe3	samadrd5	oe3	yillade4	oe3
kouresu4	oe3	massiko5	oe3	samadrd7	oe3	yillade5	oe3
kouresu5	oe3	massiko6	oe3	samadrd8	oe3		
koyria1	oe3	niameya1	oe3	samadrd9	oe3		
koyria2	oe3	niameya2	oe3	sandide1	oe3		
koyria3	oe3	niameya3	oe3	sandide2	oe3		
koyria4	oe3	niameya4	oe3	sandide3	oe3		
koyria5	oe3	niameya5	oe3	sandide4	oe3		
malidji1	oe3	niameya6	oe3	sandide5	oe3		
malidji2	oe3	orstom1	oe3	sdbagou1	oe3		
malidji3	oe3	orstom2	oe3	sdbagou2	oe3		
malidji4	oe3	orstom3	oe3	sdbagou3	oe3		
massiko1	oe3	orstom4	oe3	sdbagou4	oe3		
massiko2	oe3	orstom5	oe3	sdbagou5	oe3		
massiko3	oe3	orstom6	oe3	sdbagou6	oe3		
massiko4	oe3	orstom7	oe3	sdbagou7	oe3		
massiko5	oe3	samad11	oe3	sdbagou8	oe3		
massiko6	oe3	samad12	oe3	sdjupe11	oe3		

Tableau A-6.2: Liste des fichiers .lab, issus d'une première mise en forme par le logiciel PLUVIOM.

alkama1	lab	darey4	lab	ihjache2	lab	kobo3065	lab	kobo3183	lab
alkama2	lab	darey5	lab	ihjache3	lab	kobo3071	lab	kobo3184	lab
alkama3	lab	darey6	lab	ihjache4	lab	kobo3072	lab	kobo3185	lab
alkama4	lab	darey7	lab	ihjache5	lab	kobo3073	lab	kobo3186	lab
banizos1	lab	debereg1	lab	ihjache6	lab	kobo3074	lab	kobo3191	lab
banizos2	lab	debereg2	lab	ihmil1	lab	kobo3075	lab	kobo3192	lab
banizos3	lab	debereg3	lab	ihmil2	lab	kobo3081	lab	kobo3193	lab
banizos4	lab	debereg4	lab	ihmil4	lab	kobo3082	lab	kobo3194	lab
banizos5	lab	debereg5	lab	ihmil5	lab	kobo3083	lab	kobo3195	lab
banizou1	lab	deberes1	lab	ihmil6	lab	kobo3084	lab	kobo3201	lab
banizou2	lab	deberes2	lab	iri1	lab	kobo3085	lab	kobo3202	lab
banizou3	lab	deberes3	lab	iri2	lab	kobo3091	lab	kobo3203	lab
banizou4	lab	deberes4	lab	iri3	lab	kobo3092	lab	kobo3204	lab
banizou5	lab	deberes5	lab	iri4	lab	kobo3093	lab	kobo3205	lab
bazanga1	lab	deberes6	lab	iri5	lab	kobo3094	lab	kobo3206	lab
bazanga2	lab	deberes7	lab	kaligor1	lab	kobo3095	lab	kobo3207	lab
bazanga3	lab	fandoub1	lab	kaligor2	lab	kobo3101	lab	kobo3211	lab
bazanga5	lab	fandoub2	lab	kaligor3	lab	kobo3102	lab	kobo3212	lab
bazanga6	lab	fandoub3	lab	kaligor4	lab	kobo3103	lab	kobo3213	lab
berikoi1	lab	fandoub4	lab	kaligor5	lab	kobo3104	lab	kobo3214	lab
berikoi2	lab	fandoub5	lab	kare2	lab	kobo3105	lab	kobo3215	lab
berikoi3	lab	gamonzo1	lab	kare3	lab	kobo3111	lab	kobo3221	lab
berikoi4	lab	gamonzo2	lab	kare4	lab	kobo3112	lab	kobo3222	lab
berikoi5	lab	gamonzo3	lab	kare5	lab	kobo3113	lab	kobo3223	lab
berikoi6	lab	gamonzo4	lab	kobo3011	lab	kobo3114	lab	kobo3224	lab
berkiaw1	lab	gamonzo5	lab	kobo3012	lab	kobo3115	lab	kobo3225	lab
berkiaw2	lab	gardana1	lab	kobo3013	lab	kobo3121	lab	kobo3226	lab
berkiaw3	lab	gardana2	lab	kobo3014	lab	kobo3122	lab	kobo3227	lab
berkiaw4	lab	gardana3	lab	kobo3015	lab	kobo3123	lab	kobo3231	lab
berkiaw5	lab	gardana4	lab	kobo3016	lab	kobo3124	lab	kobo3232	lab
berkiaw6	lab	gardana5	lab	kobo3017	lab	kobo3125	lab	kobo3233	lab
bololad1	lab	gorougo1	lab	kobo3021	lab	kobo3131	lab	kobo3234	lab
bololad2	lab	gorougo2	lab	kobo3022	lab	kobo3132	lab	kobo3235	lab
bololad3	lab	gorougo3	lab	kobo3023	lab	kobo3133	lab	kobo3241	lab
bololad4	lab	gorougo4	lab	kobo3025	lab	kobo3134	lab	kobo3242	lab
bololad5	lab	gorougo5	lab	kobo3026	lab	kobo3135	lab	kobo3243	lab
bololad6	lab	gorougo6	lab	kobo3031	lab	kobo3141	lab	kobo3244	lab
boubon1	lab	gorougo7	lab	kobo3032	lab	kobo3142	lab	kobo3245	lab
boubon2	lab	gorouso1	lab	kobo3033	lab	kobo3143	lab	kobo3246	lab
boubon3	lab	gorouso2	lab	kobo3035	lab	kobo3144	lab	kobo3252	lab
boubon4	lab	gorouso3	lab	kobo3036	lab	kobo3145	lab	kobo3253	lab
boubon5	lab	gorouso4	lab	kobo3037	lab	kobo3151	lab	kobo3254	lab
brousse1	lab	gorouso5	lab	kobo3038	lab	kobo3152	lab	kobo3255	lab
brousse2	lab	gorouso6	lab	kobo3041	lab	kobo3153	lab	kokorbe1	lab
brousse3	lab	gorouso7	lab	kobo3042	lab	kobo3154	lab	kokorbe2	lab
brousse4	lab	gorouso8	lab	kobo3043	lab	kobo3155	lab	kokorbe3	lab
brousse5	lab	guilahe1	lab	kobo3044	lab	kobo3161	lab	kokorbe4	lab
brousse6	lab	guilahe2	lab	kobo3045	lab	kobo3162	lab	kokorbe5	lab
brousse7	lab	guilahe3	lab	kobo3051	lab	kobo3163	lab	kollo1	lab
brousse8	lab	guilahe4	lab	kobo3052	lab	kobo3164	lab	kollo2	lab
chedvil1	lab	guilahe5	lab	kobo3053	lab	kobo3165	lab	kollo3	lab
chedvil2	lab	harikan1	lab	kobo3054	lab	kobo3171	lab	kollo4	lab
chedvil3	lab	harikan2	lab	kobo3055	lab	kobo3172	lab	kollo5	lab
chedvil4	lab	harikan3	lab	kobo3061	lab	kobo3173	lab	kollo6	lab
darey1	lab	harikan4	lab	kobo3062	lab	kobo3174	lab	kolloso1	lab
darey2	lab	harikan5	lab	kobo3063	lab	kobo3175	lab	kolloso2	lab
darey3	lab	ihjache1	lab	kobo3064	lab	kobo3181	lab	kolloso3	lab

suite du tableau A-6.2

kolloso4	lab	samad34	lab	tanaber1	lab
kolloso5	lab	samad35	lab	tanaber2	lab
koureko1	lab	samad36	lab	tanaber3	lab
koureko2	lab	samad37	lab	tanaber4	lab
koureko3	lab	samad38	lab	tanaber5	lab
koureko4	lab	samad41	lab	tanaber6	lab
koureko5	lab	samad42	lab	tanaber7	lab
kouresu1	lab	samad43	lab	torodi1	lab
kouresu2	lab	samad44	lab	torodi2	lab
kouresu3	lab	samad45	lab	torodi3	lab
kouresu4	lab	samad46	lab	torodi4	lab
kouresu5	lab	samad47	lab	torodi5	lab
koyria1	lab	samad48	lab	torodi6	lab
koyria2	lab	samad51	lab	wankama1	lab
koyria3	lab	samad52	lab	wankama2	lab
koyria4	lab	samad53	lab	wankama3	lab
koyria5	lab	samad54	lab	wankama4	lab
malidji1	lab	samad55	lab	wankama5	lab
malidji2	lab	samad56	lab	wankama6	lab
malidji3	lab	samad57	lab	wankawe1	lab
malidji4	lab	samad58	lab	wankawe2	lab
massiko1	lab	samadrd1	lab	wankawe3	lab
massiko2	lab	samadrd2	lab	wankawe4	lab
massiko3	lab	samadrd3	lab	wankawe5	lab
massiko4	lab	samadrd4	lab	yillade1	lab
massiko5	lab	samadrd5	lab	yillade2	lab
massiko6	lab	samadrd6	lab	yillade3	lab
niameya1	lab	samadrd7	lab	yillade4	lab
niameya2	lab	samadrd8	lab	yillade5	lab
niameya3	lab	samadrd9	lab	wankawe1	oe3
niameya4	lab	sandide1	lab	wankawe2	oe3
niameya5	lab	sandide2	lab	wankawe3	oe3
niameya6	lab	sandide3	lab	wankawe4	oe3
orstom1	lab	sandide4	lab	wankawe5	oe3
orstom2	lab	sandide5	lab	yillade1	oe3
orstom3	lab	sdbagou1	lab	yillade2	oe3
orstom4	lab	sdbagou2	lab	yillade3	oe3
orstom5	lab	sdbagou3	lab	yillade4	oe3
orstom6	lab	sdbagou4	lab	yillade5	oe3
orstom7	lab	sdbagou5	lab		
samad11	lab	sdbagou6	lab		
samad12	lab	sdbagou7	lab		
samad13	lab	sdbagou8	lab		
samad14	lab	sdjupe11	lab		
samad15	lab	sdjupe12	lab		
samad16	lab	sdjupe13	lab		
samad17	lab	sdjupe14	lab		
samad18	lab	sdjupe15	lab		
samad21	lab	sdjupe16	lab		
samad22	lab	sdjupe17	lab		
samad23	lab	sdjupe18	lab		
samad24	lab	sdjupe21	lab		
samad25	lab	sdjupe22	lab		
samad26	lab	sdjupe23	lab		
samad27	lab	sdjupe24	lab		
samad28	lab	sdjupe25	lab		
samad31	lab	sdjupe26	lab		
samad32	lab	sdjupe27	lab		
samad33	lab	sdjupe28	lab		

Tableau A-6.3: Liste des fichiers .txt, créés et gérés par BADINAGE, banque de données pluviographiques.

alkama	txt	gardana	txt	kobo306	txt	kobo321	txt	samad1	txt
banizos	txt	gorougo	txt	kobo307	txt	kobo322	txt	samad2	txt
banizou	txt	gorouso	txt	kobo308	txt	kobo323	txt	samad3	txt
bazanga	txt	guilahe	txt	kobo309	txt	kobo324	txt	samad4	txt
berikoi	txt	harikan	txt	kobo310	txt	kobo325	txt	samad5	txt
berkiaw	txt	ihjache	txt	kobo311	txt	kokorbe	txt	samadrd	txt
bololad	txt	ihmil	txt	kobo312	txt	kollo	txt	sandide	txt
boubon	txt	iri	txt	kobo313	txt	kolloso	txt	sdbagou	txt
brousse	txt	kaligor	txt	kobo314	txt	koureko	txt	sdjupe1	txt
chedvil	txt	kare	txt	kobo315	txt	kouresu	txt	sdjupe2	txt
darey	txt	kobo301	txt	kobo316	txt	koyria	txt	tanaber	txt
debereg	txt	kobo302	txt	kobo317	txt	malidji	txt	torodi	txt
deberes	txt	kobo303	txt	kobo318	txt	massiko	txt	wankama	txt
fandoub	txt	kobo304	txt	kobo319	txt	niameya	txt	wankawe	txt
gamonzo	txt	kobo305	txt	kobo320	txt	orstom	txt	yillade	txt